TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI
NGUYỄN UYÊN - NGUYỄN VĂN PHƯƠNG
NGUYỄN ĐỊNH - NGUYỄN XUÂN DIẾN

ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH

(Tái bản)

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2011

LỜI NÓI ĐẦU

Trong nhóm ngành công trình thuộc các trường Đại học, Địa chất công trình là môn học cơ sở kỹ thuật nhằm trang bị cho sinh viên các kiến thức cần thiết về địa chất để có thể tiếp thu kiến thức và thực hành chuyên môn các lĩnh vực như: Cơ học đất đá, Nền và móng, Vật liệu xây dựng, Thuỷ công, Cầu hầm, Đường giao thông, Xây dựng dân dụng và công nghiệp, Thi công công trình... bởi vì địa chất là điều kiện có tính quyết định đến quy hoạch, thiết kế, thi công và quản lý các công trình.

Cuốn giáo trình Địa chất công trình này dùng cho sinh viên các ngành công trình thuộc các trường Đại học : Thuỷ Lợi, Giao Thông, Xây dựng... Giáo trình có thể sử dụng cho cả học sinh chính quy và tại chức.

Việc phân công biên soạn giáo trình như sau :

Đồng chí Nguyễn Xuân Diến (Đại học Xây dựng Hà Nội) viết chương III, IV và V.

Đồng chí Nguyễn Định (Đại học Giao thông vận tải Hà Nội) viết chương I và IX.

Đồng chí Nguyễn Văn Phương (Đại học Thuỷ lợi) viết chương VI, VII và X.

Đồng chí Nguyễn Uyên (Đại học Thuỷ lợi) viết chương II, VIII, chương mở đầu và là chủ biên giáo trình.

Giáo trình đã được tinh giản nội dung theo phương châm "cơ bản, hiện đại, Việt Nam". Tuy nhiên, do trình độ có hạn, đối tượng môn học lại đa dạng và phức tạp nên không thể tránh khỏi các sai sót.

Chúng tôi chân thành cảm ơn các cán bộ giảng dạy thuộc bộ môn Địa chất công trình của các trường: Đại học Xây dựng Hà Nội, Đại học Giao thông Hà Nội, Đại học Thuỷ lợi đã đóng góp nhiều ý kiến quý báu.

Chúng tôi mong nhận được nhiều ý kiến của các cán bộ giảng dạy, các bạn sinh viên và các độc giả để cuốn giáo trình ngày càng hoàn chỉnh hơn.

Các tác giả

MỞ ĐẦU

§1. ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH VÀ NHIỆM VỤ CỦA NÓ

Khi xây dựng một công trình như một con đường, một toà nhà, một chiếc cầu, một kênh dẫn, một đập nước... ở một nơi nào đó, đều phải xét tới :

1. Hình dạng, kích thước, mức độ phân cắt, nguồn gốc hình thành, xu thế phát triển của địa hình.... nơi dự định xây dựng - gọi là *điều kiện địa mạo*. Điều đó quyết định vị trí bố trí các công trình, hình dạng và khối lượng công trình, mặt bằng và phương pháp thi công; đánh giá được trạng thái cân bằng động học của địa hình, làm sáng tỏ mức độ ổn định và dự đoán khả năng biến đổi hình dạng địa hình do xây dựng và các điều kiện tự nhiên khác; những vấn đề đó không chỉ để đảm bảo một công trình thích hợp nhất mà còn đảm bảo một môi trường mới bền vững và tốt đẹp hơn.

2. Sự phân bố, thành phần, tính chất xây dựng của đất đá (cường độ chịu lực, độ ổn định, khả năng thấm nước...) và các biến động địa chất như uốn nếp nứt nẻ, đứt gãy... có ở khu vực xây dựng - gọi là *điều kiện cấu trúc địa chất*. Điều kiện này quyết định cường độ chịu lực của nền, khả năng lún nhiều, lún không đều, mất ổn định, khả năng thấm mất nước của nền và do đó khống chế tải trọng, quy mô, kết cấu của công trình.

3. Các hiện tượng địa chất như động đất, karst, trượt lở... đã hoặc có khả năng xảy ra ở trong vùng khi chưa có công trình và sau khi có công trình; trong thực tế các hiện tượng địa chất này đã từng gây ra những thảm hoạ đối với công trình. Đó là *điều kiện các tác dụng địa chất* của vùng.

4. Đối với những công trình xây dựng ở trong vùng có nước tồn tại trong các lỗ rỗng và khe nứt của đất đá (nước dưới đất), có các công trình dẫn nước và trữ nước mặt, công trình khai thác nước dưới đất, thì cần phải biết thành phần, tính chất, quy luật vận động, sự phân bố của nước dưới đất... tức là phải biết *điều kiện địa chất thuỷ văn* của vùng. Nó cho phép đánh giá khả năng bất lợi của dòng thấm dưới đất khi xây dựng : ngập hố móng khi thi công, ăn mòn vật liệu xây dựng, gây ra hiện tượng xói ngầm dưới nền công trình...

5. Đối với những công trình có dùng đất đá làm vật liệu xây dựng như cát, sỏi để làm cốt iệu bê tông, đất để đắp đập, rải đường... thì không những phải chú ý thành phần, tính chất ủa các loại đất đá đó mà còn phải lưu ý tới trữ lượng, điều kiện khai thác nó... Vì rằng những ấn đề đó sẽ ảnh hưởng lớn đến việc chọn loại và kết cấu công trình, tốc độ thi công, giá hành công trình... Đó là *điều kiện vật liệu xây dựng tại chỗ*, hay vật liệu xây dựng tự nhiên.

Năm vấn đề nêu trên có liên quan với nhau và quyết định điều kiện xây dựng công trình, ọi chung là các điều kiện địa chất công trình của khu vực - điều kiện địa chất để công ình được an toàn và kinh tế. Ở mỗi khu vực, mỗi vị trí cụ thể, các điều kiện địa chất công ình sẽ khác nhau. Xác định các điều kiện đó là cán bộ kỹ thuật địa chất công trình. Cán ộ xây dựng sẽ vận dụng các tài liệu về địa chất công trình đó để đề ra các biện pháp công ình, biện pháp thi công hợp lý nhất.

Vậy địa chất công trình là khoa học địa chất chuyên nghiên cứu và vận dụng các tri thức địa chất vào việc xây dựng các công trình, cải tạo lãnh thổ (tháo khô, tưới nước, chống trượt và các hiện tượng địa chất khác) cũng như khai thác các mỏ khoáng sản, chọn biện pháp đảm bảo ổn định và sử dụng bình thường các công trình cũng như dự báo khả năng thay đổi điều kiện địa chất tự nhiên dưới tác dụng của công trình. Đó là một khoa học nảy sinh do yêu cầu của xây dựng và khai thác lãnh thổ nhằm :

1. Xác định các điều kiện địa chất công trình của khu vực xây dựng, lựa chọn vị trí cũng như biện pháp công trình.

2. Nêu các điều kiện thi công, dự đoán các hiện tượng địa chất trong thi công và trong sử dụng công trình.

3. Đề ra các biện pháp phòng ngừa và cải tạo các điều kiện địa chất không có lợi.

Thời xưa, việc xây dựng phần nhiều dựa trên kinh nghiệm và trực giác, vì thế công trình thường rất lãng phí và đôi khi gây ra những tai hoạ khủng khiếp. Ngày nay, địa chất công trình đã cung cấp cho chúng ta những hiểu biết sâu sắc để tận dụng các điều kiện địa chất trong quy hoạch, trong thiết kế, trong thi công, trong việc bảo dưỡng và kéo dài tuổi thọ của công trình. Những tài liệu về địa chất công trình thông qua điều tra cơ bản tốn kém và công phu, được vận dụng trong xây dựng tốt hay không tuỳ thuộc năng lực của người cán bộ xây dựng.

Hậu quả thông thường khi thiết kế không xét một cách đầy đủ các điều kiện địa chất công trình là giá thành công trình tăng lên, thời gian thi công kéo dài và nhiều trường hợp công trình bị phá huỷ.

Đập Frăngxơ (Mỹ) cao 60m, chắn giữ trên 46 triệu m^3 nước; một đoạn đập đã bị nước đẩy lùi về hạ lưu trên 1 km do đất đá ở nền bị phá huỷ, làm chết hơn 400 người, phá hoại không biết bao nhiêu nhà cửa.

Hồ chứa nước Mondeska (Tây Ban Nha) sau khi xây dựng, nước luôn theo các khe nứt và hang động ngầm của đá vôi ở bờ hồ chảy đi, để lại một đập bê tông cao 72m, như một "bia kỷ niệm" sừng sững giữa dòng song khô cạn.

Một kho lúa mì bằng bê tông cốt thép ở Canađa bị nghiêng 27^0 so với mặt phẳng nằm ngang do một bên lún lệch tới 8,8m, không sử dụng được v.v...

Ngày nay, nhiều công trình kinh tế và quốc phòng đòi hỏi độ ổn định cao và lâu dài, nhiều công trình do yêu cầu phải xây dựng trên vùng đất yếu, thì việc nghiên cứu địa chất công trình nhằm cải tạo các điều kiện địa chất không có lợi, đảm bảo các yêu cầu của công trình càng quan trọng. F.P. Xavarenxki là người có công lớn trong việc sáng lập và phát triển môn địa chất công trình đã nói: " Điều kiện địa chất công trình xấu không phải là điều đáng sợ điều đáng sợ là không có đủ nhận thức về nó và không giỏi đề ra những biện pháp xử lý nó".

Việc xây dựng thành công trạm thuỷ điện Svia (Liên Xô cũ) là một dẫn chứng. Do biết nền công trình sẽ bị lún không đều, nên khi xây dựng, người ta đã đặt trục tuabin của nhà máy nghiêng đi. Sau một thời gian, khi lún kết thúc, tuabin trở lại vị trí cân bằng đúng như tính toán trước.

§2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU CỦA ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH

Đối tượng của địa chất công trình là đất đá, nước dưới đất và tác dụng qua lại của đất đá, nước dưới đất với nhau và với môi trường bên ngoài. Các đối tượng này rất đa dạng và luôn thay đổi theo không gian và thời gian. Vì vậy, địa chất công trình nghiên cứu các nội dung cơ bản sau :

1. Nghiên cứu đất đá dùng làm nền, làm môi trường và làm vật liệu xây dựng công trình. Nội dung chủ yếu là nghiên cứu sự phân bố và sắp xếp của đất đá, ảnh hưởng của nguồn gốc, điều kiện thành tạo cũng như môi trường đến đất đá trước, trong và sau khi xây dựng công trình để đề ra các phương pháp cải thiện tính chất của đất đá.

2. Nghiên cứu các hiện tượng địa chất: trượt đất, đất chảy, xói mòn, karst, phong hoá...; tìm hiểu nguyên nhân phát sinh và điều kiện phát triển của chúng để đề ra các biện pháp xử lý khi xây dựng các công trình.

3. Nghiên cứu nước dưới đất để khắc phục các khó khăn do nước gây ra khi thi công và sử dụng công trình cũng như dùng nó để phục vụ cho sinh hoạt, tưới và các nhu cầu khác của sản xuất và đời sống.

4. Nghiên cứu các phương pháp khảo sát địa chất nhằm thăm dò, đánh giá các điều kiện địa chất công trình của khu vực được đầy đủ, chính xác, nhanh chóng và tiết kiệm nhất.

5. Nghiên cứu địa chất công trình khu vực để quy hoạch xây dựng công nghiệp và dân dụng, để quy hoạch thuỷ lợi, giao thông...

Sự phát triển của địa chất công trình phụ thuộc vào hai điều kiện :

Một là sự phát triển của khoa học địa chất - một ngành khoa học chuyên nghiên cứu về thành phần, tính chất, cấu tạo cũng như lịch sử phát triển của vỏ quả đất.

Ngày nay, hầu hết các thành tựu về khoa học kỹ thuật đều được sử dụng trong khoa học địa chất. Việc khoan các hố sâu hàng nghìn mét vào lòng đất để lấy mẫu đất đá nghiên cứu, hay đưa các thiết bị, con người xuống dưới sâu kết hợp với công tác khảo sát trên mặt, phân tích ảnh máy bay, vệ tinh... đã giúp cho con người nắm vững cấu tạo và tính chất đất đá ở phần trên của vỏ quả đất. Đối với các lớp đất đá sâu có thể dùng các phương pháp địa vật lý như địa chấn, trọng lực, từ... để nghiên cứu. Các thiết bị thí nghiệm mẫu lớn, có độ chính xác cao, các thiết bị thí nghiệm ngoài thực địa ngày càng được sử dụng rộng rãi để giúp cho việc định lượng các điều kiện địa chất công trình sát thực tế hơn.

Hai là sự phát triển của kỹ thuật và quy mô xây dựng đã đặt ra cho địa chất công trình khối lượng điều tra nghiên cứu lớn và đòi hỏi các tài liệu thu được phải có độ sát thực cao.

Từ hai điều kiện, một tạo cơ sở, một lôi kéo và thúc đẩy mà địa chất công trình - một khoa học còn rất non trẻ, đã tiến những bước khá xa, đã bao hàm một nội dung phong phú. Đóng vai trò quan trọng trong việc phát triển khoa học địa chất công trình là các nhà khoa học: M.M. Filatov, N.M. Gerxêvanov, V.V. Xôcôlovxki, N.A. Xưtôvich, I.D. Popov, N.Ya. Đênixov, V.A. Priklonxki, N.N. Maxlov, E.M. Xergêev, K. Terzaghi...

Ở nước ta, trước Cách mạng tháng Tám, phục vụ việc tìm kiếm và khai thác các khoáng sản, xây dựng các công trình quân sự, đế quốc Pháp đã tổ chức nghiên cứu về địa chất

Việt Nam ngay từ những năm đầu xâm lược. Song, việc nghiên cứu thiếu hệ thống, thiếu kế hoạch và khối lượng không nhiều, nhiều trường hợp độ tin cậy không cao.

Từ sau ngày giải phóng miền Bắc năm 1954, theo những kế hoạch phát triển kinh tế và khoa học, khoa học địa chất đã phát triển rất nhanh chóng và toàn diện. Ngành địa chất công trình tuy còn rất non trẻ nhưng với tốc độ phát triển nhanh đã tham gia giải quyết những nhiệm vụ nặng nề và phức tạp của đất nước. Chúng ta đã thành công trong việc khai thác các mỏ sâu, đã khôi phục và mở rộng hệ thống đường giao thông, nhiều cầu lớn như cầu Thăng Long, cầu Tân Đệ qua sông Hồng, cầu Mỹ Thuận qua sông Tiền và nhiều cầu lớn khác, nhiều toà nhà cao tầng, nhiều tuyến đường xuyên núi bằng đường hầm... Chúng ta đã hoàn thành xử lý nền nhà máy xi măng Bỉm Sơn và Hoàng Thạch trên đá karst và bùn. Chúng ta đã xây dựng xong công trình thuỷ điện Thác Bà, Hoà Bình, Trị An, Yali và nhiều công trình khác. Với tốc độ tiến triển vũ bão của khoa học kỹ thuật, vượt qua muôn vàn khó khăn chúng ta sẽ đạt nhiều kết qua trong những năm tới trên lĩnh vực địa chất công trình.

§3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH

Như trên đã nói, đối tượng nghiên cứu của địa chất công trình rất đa dạng và phức tạp vì thế phương pháp nghiên cứu cũng muôn vẻ. Khi nghiên cứu địa chất công trình người ta thường sử dụng tổng hợp ba loại phương pháp chủ yếu sau đây :

3.1. Các phương pháp địa chất học

Đây là các phương pháp quan trọng nhất để nghiên cứu. Nội dung chủ yếu là tìm hiểu sự phát triển các hiện tượng địa chất trong quá khứ có liên quan đến sự tạo thành các dạng địa hình, tính chất của đất đá và quy luật phân bố sắp xếp của nó ở trong khu vực. Từ đó đánh giá điều kiện địa chất của khu vực, dự đoán các hiện tượng địa chất sẽ xảy ra.

Để làm tốt việc đó phải thực hiện các công trình khai đào, khoan sâu vào các tầng đất đá, thu thập các tài liệu về sự phân bố, sắp xếp đất đá, thu thập các hoá thạch bằng các hành trình địa chất cắt qua khu vực. Trong đa số trường hợp phải tiến hành thí nghiệm trong phòng hay ngoài trời, xác định các đặc trưng vật lý, cơ học của đất đá, thu thập tài liệu địa chất bằng phương pháp địa vật lý như địa chấn, trọng lực, từ... Phương pháp khảo sát địa chất là phương pháp cho kết quả sát thực tế nhất và là phương pháp đầu tiên để tiến hanh nghiên cứu cho khu vực.

3.2. Các phương pháp tính toán lý thuyết

Cơ sở của các phương pháp này là thiết lập các mối tương quan thể hiện bản chất vật lý của các hiện tượng địa chất, các đặc trưng vật lý, cơ học của các đất đá. Nhờ đó, từ các đặc trưng đã biết sẽ tính toán tìm ra các đặc trưng chưa biết một cách nhanh chóng, không cần phải xác định bằng các phương pháp thí nghiệm hay quan sát thực địa phức tạp, mà trong nhiều trường hợp, phương pháp địa chất hay thí nghiệm cũng không thực hiện được, như tính lún, tính ổn định của nền, tính lượng nước chảy đến hố móng, tốc độ phá hoại bờ...

3.3. Các phương pháp thí nghiệm mô hình và tương tự địa chất

Phương pháp thí nghiệm mô hình dựa vào sự tương tự giữa các trường vật lý khác nhau như : trường chuyển động của nước dưới đất với trường dẫn điện, trường chịu lực của nền đất đá với trường chịu lực của môi trường đàn hồi... mà ta có thể thay thế môi trường địa chất của khu vực bằng môi trường vật lý có điều kiện tương tự nhưng đơn giản hơn, kích thước nhỏ hơn để nghiên cứu.

Phương pháp thí nghiệm mô hình giúp cho ta nghiên cứu được các hiện tượng địa chất sẽ xảy ra ở nền công trình khi thi công, khi khai thác sử dụng, dưới các tác động của môi trường (tải trọng công trình, áp lực nước...), giải được các bài toán trong điều kiện biên phức tạp...

Phương pháp tương tự địa chất là phương pháp có tính chất kinh nghiệm dựa trên nguyên lý : đất đá được hình thành trong cùng điều kiện, trải qua các quá trình địa chất như nhau thì có các đặc trưng vật lý, cơ học... tương tự nhau. Vì vậy có thể sử dụng tài liệu địa chất của khu vực đã được nghiên cứu đầy đủ cho khu vực có điều kiện địa chất tương tự. Từ đó giảm bớt khối lượng khảo sát địa chất cho vùng dự định xây dựng; công trình được thiết kế, thi công nhanh hơn. Phương pháp này thường nên áp dụng ở giai đoạn quy hoạch, thiết kế sơ bộ, nhưng giới hạn áp dụng, kết quả thu được còn tuỳ thuộc vào khả năng, kinh nghiệm của người cán bộ và thực tế địa chất của vùng.

Việc phân ra các loại phương pháp trên đây là để tiện xem xét, còn trong thực tế cần gắn bó chặt chẽ các loại phương pháp trên khi nghiên cứu địa chất công trình.

CHƯƠNG I

ĐẤT ĐÁ

§1. VỎ QUẢ ĐẤT VÀ CÁC HIỆN TƯỢNG ĐỊA CHẤT DIỄN RA TRONG NÓ

1.1. Khái niệm về vỏ quả đất

Các tài liệu từ vệ tinh nhân tạo đã chứng minh rằng quả đất có hình cầu, ở xích đạo phình ra, hai cực hơi dẹt đi vì tốc độ quay quanh trục bắc - nam khá lớn. Hiện tại ở xích đạo tốc độ đạt tới 1670km/h. Bề mặt quả đất lồi lõm bất thường. Nơi lồi nhất là dãy Hlymalaya với ngọn Chômôlungma cao 8.890m. Nơi lõm nhất là hố đại dương Marian sâu trên 11.000km. Sự chênh lệch khoảng 20km ấy so với bán kính trung bình của quả đất là 6.366km chỉ chiếm 0,3%. Da mặt của quả cam còn lồi lõm hơn nhiều.

Quả đất được chia ra các quyển đồng tâm. Quyển ngoài cùng gọi là quyển đất đá hay vỏ quả đất, có bề dày 5 ÷ 70km, trung bình 35km. Dưới đó là quyển manti phân bố đến độ sâu 2.900km. Tài liệu địa chấn cho biết manti ở thể "đặc lỏng", vật chất có thể phần lớn ở dạng các hợp chất oxít silic, oxít mangan và oxít sắt. Manti được phân ra manti trên và manti dưới.

Manti trên ở độ sâu 60 ÷ 800km do lượng nguyên tố phóng xạ phân huỷ lớn chính là nguồn nhiệt bên trong của vỏ quả đất - nguyên nhân phát sinh ra động đất, hoạt động núi lửa, các chuyển động kiến tạo của vỏ quả đất.

Manti dưới ở độ sâu 800 ÷ 2.900km. Do ở đây có nhiệt độ cao 2.800 ÷ 3.800^{0}C, và áp lực lớn (100.000 ÷ 1.300.000at) nên vật chất ở trạng thái nén chặt. Manti dưới chính là vùng yên tĩnh của quả đất, các biến động trong nó cơ bản không ảnh hưởng đến các hiện tượng địa chất diễn ra ở vỏ quả đất. Manti dưới chiếm 50,8% thể tích và 43% khối lượng quả đất.

Dưới manti là nhân quả đất (dưới 2.900km), chiếm khoảng 16,5% thể tích của vỏ quả đất, vật chất ở thể đặc dẻo. Ở phần dưới (dưới 5.100km) nhân quả đất ở thể rắn. Nhiều người cho rằng nhân quả đất thành tạo chủ yếu bởi các hợp chất của sắt và nikem. Nhưng những tài liệu nhận được gần đây đã phủ nhận giả thiết này, bởi vì trong điều kiện áp suất cao (từ 1,5 triệu at ở phần trên đến 3,5 triệu at ở trung tâm), nhiệt độ cao (khoảng 4.000^{0}C), các lớp điện tử của nguyên tử bị phá huỷ. Do mất lớp điện tử, các nguyên tử xích lại gần nhau, vật chất tựa như bị kim hoá, trở nên rất chặt và bão hoà các điện tử tự do. Người ta cho rằng từ trường của quả đất là kết quả của các cơn lốc dạng vòng của các điện tử tự do ở nhân quả đất.

Theo kết quả phân tích hoá học một số lượng lớn mẫu đất đá của A.E. Fexman thì vỏ quả đất được cấu tạo chủ yếu bởi oxy, silic, nhôm... Vì vậy còn gọi là vỏ "SiAl". Thành phần hoá học của quả đất (theo V.V.Belouxov) và vỏ quả đất(theo A.E.Fexman) được trình bày trong *bảng I-1*.

Bảng I-1. Bảng hàm lượng các nguyên tố chủ yếu tạo nên quả đất và vỏ quả đất

Các nguyên tố	Fe	O	Si	Mg	Al	Ca	Ni	Na	K	S
Tạo nên quả đất (theo V.V. Belouxov)	36,9	29,3	14,9	6,7	3,0	2,9	2,9	0,9	0,3	0,7
Tạo nên vỏ quả đất tới 7km (theo A.E. Fexman)	4,2	49,2	26	2,4	7,5	3,3	2,4	2,4	2,4	1,5

Ở quyển đất đá thì chủ yếu là đá macma rồi đến đá biến chất, đá trầm tích chiếm tỷ lệ thấp nhất nhưng lại bao phủ phần trên mặt với diện tích lớn nhất, do đó là đá phổ biến nhất trong xây dựng công trình.

Quyển nước bao gồm các biển, đại dương, các sông hồ và toàn bộ nước trong các lỗ rỗng và khe nứt của đất đá - nước dưới đất. Nước dưới đất có nhiệt độ từ nhỏ hơn 0°C đến hơn 100°C, nó thường là một dung dịch hoá học khá phức tạp. Nước chuyển động, biến đổi không ngừng và luôn luôn tác động đến dất đá dưới nhiều hình thức.

Quyển khí dày chừng 500km, về đại thể có thể thấy 3 tầng khác nhau. Tầng giữa và tầng ion ở phía trên không có ảnh hưởng trực tiếp tới đất đá. Tầng dưới cùng thì rất quan trọng trong địa chất công trình, trong nhiều trường hợp nó là nhân tố chủ yếu tác động đến đất đá và công trình.

Do sự vận động, sự phân bố và thuộc tính của vật chất mà trong quả đất nói chung, vỏ quả đất nói riêng, hình thành các trường vật lý cơ bản như trường trọng lực, trường từ... Nếu trong các quyển, vật chất phân bố đồng đều thì lực trọng trường trên bề mặt quả đất sẽ tăng dần từ xích đạo về cực. Những nơi vỏ quả đất có cấu tạo khác thường sẽ sinh ra trọng lực bất thường, phản ánh gián tiếp tình hình phân bố vật chất ở phần vỏ. Trọng lực sẽ giảm nhỏ ở nơi phân bố đá trầm tích trẻ có độ rỗng lớn, các đá chứa khí và dầu. Ở nơi phân bố quặng nhất là quặng sắt, trọng lực sẽ tăng.

Quả đất là một khối từ khổng lồ với vị trí cực địa từ thay đổi chậm chạp theo thời gian. Hiện tại cực địa từ gần trùng với cực địa lý. Ở những vùng phân bố đá hay quặng từ tính cao sẽ hình thành từ tính bất thường. Những nơi từ tính mạnh thường có tồn tại các mỏ sắt từ.

Trường nhiệt của quả đất hiện còn có nhiều điều chưa rõ rệt; về đại thể có hai nguồn nhiệt là ngoại nhiệt và nội nhiệt. Ngoại nhiệt sinh ra chủ yếu do ánh sáng mặt trời hun nóng phần bên trên vỏ quả đất. Nó thay đổi theo thời gian và không gian; đó cũng là lý do sinh ra các mùa và các đới khí hậu. Ảnh hưởng của nhiệt mặt trời không sâu lắm, có lẽ độ vài chục mét. Sâu hơn nữa là nguồn nội nhiệt, sinh ra do các phản ứng hoá học, hạt nhân... Nhiệt độ dao động theo ngày, theo mùa chỉ xảy ra ở trên đới thường ôn. Xuống sâu hơn nữa nhiệt độ ít dao động và tăng dần theo độ sâu (*hình I-1*).

Ở đới thường ôn, nhiệt độ xấp xỉ nhiệt độ bình quân năm của vùng trên mặt đất. Hệ số tăng nhiệt độ theo chiều sâu là cấp địa nhiệt của vùng. Thông thường, cấp địa nhiệt

$\alpha = 30 \div 35$m/độ. Ở vùng có hoạt động macma thì cấp địa nhiệt nhỏ hơn. Dựa vào cấp địa nhiệt có thể xác định được nhiệt độ ở dưới sâu:

$$t_z = t_{bq} + \frac{z - z_0}{\alpha} \quad \text{(I-1)}$$

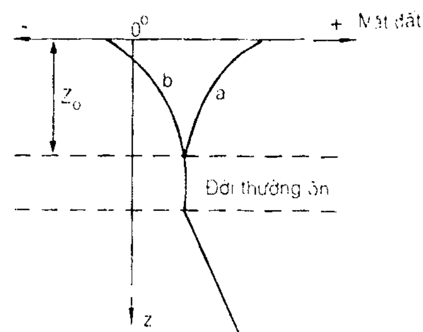
Trong đó : t_z - độ nhiệt tại độ sâu z (^oC);

t_{bq} - độ nhiệt tại đới thường ôn (^oC);

z_0 - độ sâu của đới thường ôn (m);

α - cấp địa nhiệt của vùng (m/độ).

Cấp địa nhiệt của vùng thay đổi nhiều thể hiện cấu tạo địa chất chưa ổn định, các hiện tượng địa chất còn đang diễn ra mạnh mẽ.



Hình I-1. Sơ đồ nhiệt theo độ sâu của vỏ quả đất

1.2. Các hiện tượng địa chất của vỏ quả đất

Các hiện tượng địa chất như hiện tượng kiến tạo, hiện tượng macma, hiện tượng xâm thực và tích tụ trầm tích là kết quả của các quá trình vật lý, hoá học, sinh học diễn ra ở trong lòng quả đất hay ở trên mặt đất theo những quy luật nhất định. Đó là những định lý thuận và nghịch của tự nhiên. Vì vậy, hiện tượng địa chất rất đa dạng và phức tạp. Nghiên cứu hiện tượng địa chất sẽ cho ta một cơ sở chắc chắn để suy diễn lại quá khứ, dự đoán được tương lai của những vấn đề địa chất mà không sợ lệch khỏi khung cảnh thiên nhiên.

Hiện tượng kiến tạo là hiện tượng chuyển dịch của vỏ quả đất dưới tác dụng của các lực kéo nén. Kết quả làm cho đất đá bị vò nhàu, uốn nếp, nứt nẻ, đứt gãy...

Hiện tượng mácma là hiện tượng các khối đất đá nóng chảy bão hoà khí (dung nham) từ các lớp dưới sâu, theo các khe nứt dâng lên xâm nhập vào phần trên của vỏ quả đất. Các dung nham nguội lạnh, đông cứng lại thành đá macma.

Quá trình xâm nhập của macma rất chậm chạp và thường kèm theo động đất. Núi lửa là một hình thức hoạt động của macma. Núi lửa phun trào ở đáy biển gây ra hiện tượng biển động. Núi lửa phun trào trên mặt đất thường hình thành những đám mây bụi khói và tro khổng lồ. Đá nguồn gốc núi lửa (đá phun trào) do dung nham đông nguội tạo thành có tính phân tầng, phân lớp.

Núi lửa hoạt động mạnh ở các miền có đứt gãy kiến tạo lớn, nơi tiếp giáp của các mảng kiến tạo khác nhau. Hiện nay miền hoạt động núi lửa mạnh nhất là "vành đai Địa Trung Hải" và "vành đai Thái Bình Dương".

Đất đá lộ ra trên mặt đất, dưới tác động của các yếu tố của quyển nước, quyển khí... sẽ bị phân vụn, biến đổi và lôi cuốn đi nơi khác, đó là hiện tượng phong hoá, bóc mòn đá và hiện tượng vận chuyển, tích đọng vật liệu...có thể do cơ, lý, hoá hay chung cả cơ lý hoá, có hoặc không có mặt của sinh vật.

Chỉ cần tốc độ bóc mòn vài milimet mỗi năm thì sau một kỷ hay một đại độ dày bị bóc mòn đã lớn biết chừng nào. Bóc mòn càng nhiều thì trầm tích càng dày. Tốc độ trầm tích ở cửa sông và ven biển rất lớn. Ở nhiều vùng tốc độ bồi đắp có thể đạt mấy chục tới 100m/năm (Cà Mau, Nam Định). Đó là nguyên nhân chủ yếu để hình thành nên các bình nguyên, các đồng bằng bồi tích rộng lớn ngày nay.

Các tầng đất đá ở dưới sâu sẽ chịu tác dụng của áp lực cao, nhiệt độ lớn, lỗ rỗng giảm đi, nước thoát ra, nhiều khoáng vật bị biến tính, được định hướng, hình thành nên đá biến chất (biến chất khu vực). Trong một số trường hợp, biến chất xảy ra do các dung nham có nhiệt độ cao tiếp xúc với đá vây quanh (biến chất tiếp xúc).

Đất đá, địa hình mặt đất ngày nay là kết quả tổng hợp của rất nhiều hiện tượng địa chất đã diễn ra trong quá khứ và còn đang tiếp diễn không ngừng. Vì vậy, đất đá của vỏ quả đất là pho sử lớn ghi lại diễn biến của các hiện tượng địa chất đã xảy ra.

§2. KHOÁNG VẬT VÀ KHOÁNG VẬT TẠO ĐẤT ĐÁ

Khoáng vật là những đơn chất hay hợp chất hoá học tự nhiên (Hg, Au, $CaCO_3$, SiO_2) được hình thành và tồn tại ổn định ở trong vỏ quả đất hay ở trên mặt đất trong những điều kiện địa chất nhất định.

Khoáng vật có thể ở thể khí (khí cacbonic, khí sunfua hiđro), thể lỏng (thuỷ ngân, nước..), nhưng phần lớn ở thể rắn (thạch anh, fenpat, mica...). Khoáng vật hầu hết ở trạng thái kết tinh. Mỗi khoáng vật có các tính chất vật lý, hoá học riêng biệt. Nghiên cứu các tính chất vật lý, hoá học của khoáng vật không những có giá trị nhận biết khoáng vật mà còn thu được các thông tin về nguồn gốc sinh thành và điều kiện tồn tại mà đất đá đã trải qua.

Trong số hơn 2.800 khoáng vật đã biết chỉ có hơn 50 loại tham gia chủ yếu vào thành phần các đất đá, gọi là khoáng vật tạo đất đá. Đó cũng là đối tượng nghiên cứu chủ yếu của chúng ta ở đây.

2.1. Một số đặc tính của khoáng vật

Hình dạng tinh thể của khoáng vật

Các loại khoáng vật khác nhau, khi kết tinh thường cho các dạng tinh thể khác nhau, hình dạng tinh thể phản ánh kiến trúc bên trong của khoáng vật (kiến trúc tinh thể), theo lý thuyết, có tới 230 dạng kiến trúc tinh thể khác nhau, cho nên có tới 230 dạng tinh thể khác nhau. Nhưng trong địa chất công trình thường quan tâm tới đặc tính không gian của hình dạng tinh thể và chia chúng thành 3 loại tương đối như sau:

Loại hình phát triển theo một phương: tinh thể có dạng hình cột, hình que, hình sợi tóc... ví dụ như tuamalin, amfibon, atbet...

Loại hình phát triển theo hai phương: tinh thể có dạng hình tấm, vẩy, lá... ví dụ như mica, clorit, bentonit..

Loại hình phát triển theo ba phương: tinh thể có hình hạt... ví dụ như halit, pirit, granat,..

Đá chứa khoáng vật dạng que, dạng sợi thì kém giòn, dị hướng cao, chứa khoáng vật dạng tấm thì giòn, thường có cấu tạo phiến, lớp điển hình; chứa khoáng vật dạng hạt thì dễ đồng nhất và đẳng hướng trong nhiều tính chất vật lý, cơ học.

Trong thực tế, đá gồm chủ yếu là các khoáng vật tấm (đá phiến mica, đá sét...), nhiều đá lại chủ yếu gồm các khoáng vật dạng hạt (đá hoa, đá granit, cát kết...), đá có cả khoáng vật dạng tấm và dạng hạt như đá granit hay mica, đá cát pha sét...

Trong thiên nhiên ít thấy đơn tinh thể phát triển hoàn chỉnh mà thường là tập hợp tinh thể ở dạng: tóc, phóng xạ, trứng cá, hạt đậu, dạng đất,.. chen kẹp lẫn nhau.

Màu của khoáng vật

Màu của khoáng vật do thành phần hóa học và các tạp chất trong nó quyết định. Khoáng vật chứa nhiều Fe, Mg thường có màu sẫm, còn khoáng vật chứa nhiều Al, Si thì màu nhạt. Nhiều khoáng vật chỉ có một màu cố định chư clorit có màu lục, limonit có màu nâu. Khi có lẫn tạp chất, khoáng vật mang nhiều màu sắc khác nhau như thạch anh có thể không màu, tím, đen, nâu, vàng... Khi quan sát màu khoáng vật cần chú ý tới điều kiện ánh sáng, trạng thái mặt ngoài của các khoáng vật.

Khi vạch một khoáng vật lên tấm sứ nhám, chúng để lại một vết vạch có màu đặc trưng cho bột khoáng vật ấy. Thường màu của khoáng vật và màu vết vạch khác nhau : Hêmatit có màu vàng xám nhưng vết vạch lại có màu đỏ, pritit màu vàng thau nhưng vết vạch lại màu đen. Đôi khi màu vết vạch và màu khoáng vật giống nhau như manhêtit cùng có màu đen hoặc thần sa cùng có màu đỏ. Nhưng nhìn chung màu của bột khoáng vật (vết vạch) ít thay đổi so với màu của khoáng vật, vì vậy nó thường là một dấu hiệu đáng tin cậy để nhận biết khoáng vật.

Màu của khoáng vật quyết định màu của đá, do đó có ảnh hưởng tới khả năng hấp thụ nhiệt của đá. Đá chứa nhiều khoáng vật màu sẫm có độ bền phong hoá thấp hơn.

Độ trong suốt và ánh của khoáng vật

Độ trong suốt của khoáng vật là khả năng cho ánh sáng xuyên qua khoáng vật. Độ trong suốt của khoáng vật phụ thuộc vào cấu trúc tinh thể của khoáng vật và các tạp chất chứa trong nó.

Dựa vào mức độ trong suốt của khoáng vật ta chia các loại :

- Trong suốt : thạch anh, thuỷ tinh, spat băng đảo;
- Nửa trong suốt : thạch cao, sfalerit;
- Không trong suốt : pirit, manhêtit, grafit.

Một phần ánh sáng chiếu lên khoáng vật còn bị phản xạ trên mặt khoáng vật để tạo thành ánh của khoáng vật. Cường độ của ánh phụ thuộc vào chiết suất và đặc trưng bề mặt của khoáng vật và hầu như không phụ thuộc vào màu của nó.

Các khoáng vật tạo đá có các loại ánh đặc trưng sau :

- Ánh thuỷ tinh : thạch anh, canxit, fenpat, anhidrit;
- Ánh tơ : tiêu biểu cho khoáng vật dạng sơ như atbet;

- Ánh đất : đặc trưng cho khoáng vật có nhiều lỗ hổng của tầng đất bột, đất kaolin...;
- Ánh xà cừ : mica...;
- Ánh kim : pirit và các khoáng vật kim loại khác.

Người ta xác định ánh trên những mặt vỡ còn mới và bằng phẳng của khoáng vật.

Tính dễ tách (cát khai) của khoáng vật

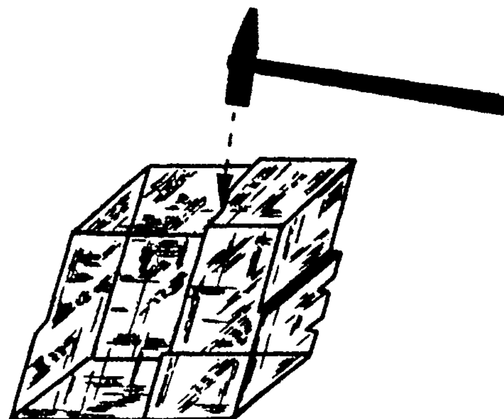
Tính dễ tách là khả năng của tinh thể và các hạt kết tinh (mảnh của tinh thể) dễ bị tách ra theo những mặt phẳng song song. Mặt tách thường song song với những mặt mạng của tinh thể có khoảng cách lớn, ở đó có mối liên kết yếu nhất.

Người ta chia khoáng vật có tính dễ tách ra các mức độ sau :

Rất hoàn toàn : tinh thể có khả năng tách theo các mặt tách một cách dễ dàng, ví dụ như mica...;

Hoàn toàn : dùng búa đập nhẹ sẽ vỡ theo các mặt tách tương đối phẳng, ví dụ như canxit (xem hình I-2) ;

Trung bình : trên những mặt vỡ của tinh thể vừa thấy những mặt tách tương đối hoàn chỉnh, vừa thấy vết vỡ không bằng phẳng theo các phương khác nhau, ví dụ như piroxen, amfibon...;



***Hình I-2.** Tính dễ tách hoàn toàn của canxit*

Không hoàn toàn : khó thấy mặt tách mà thường là vết vỡ không có quy tắc, ví dụ như thạch anh... vì vậy còn gọi là tính không tách của khoáng vật.

Khoáng vật có thể tách được theo một, hai hoặc ba phương, và mỗi phương mức độ dễ tách có thể không giống nhau. Tính dễ tách chỉ có ở vật chất kết tinh. Đá chứa khoáng vật có tính dễ tách thì giòn, cường độ giảm đi.

Vết vỡ của khoáng vật

Mặt vỡ không theo quy tắc của khoáng vật khi bị đập gọi là vết vỡ. Dựa theo hình dạng vết vỡ có thể chia ra :

- Vết vỡ phẳng : vỡ theo các mặt dễ tách;
- Vết vỡ dạng vỏ sò : vết vỡ của thạch anh;
- Vết vỡ dạng đất : vết vỡ tựa như đất bột, ví dụ như vết vỡ của kaolinit;
- Vết vỡ sần sùi : bề mặt vết vỡ sần sùi như vết vỡ của thạch anh dạng trụ.

Như vậy mặt dễ tách cũng chính là một mặt vỡ của khoáng vật.

Độ cứng của khoáng vật

Độ cứng là khả năng chống lại tác dụng cơ học bên ngoài (khắc, rạch) lên bề mặt của khoáng vật. Tính chất này có liên quan đến kiến trúc và sự liên kết giữa các chất điểm của khoáng vật. Sự liên kết càng chắc thì độ cứng càng cao.

Để đánh giá độ cứng tương đối của khoáng vật, người ta dùng thang độ cứng Mohs (Moxơ) gồm có 10 khoáng vật tiêu chuẩn tương ứng với cấp độ cứng thay đổi từ 1 đến 10:

1. Tan	6. Octocla
2. Thạch cao	7. Thạch anh
3. Canxit	8. Topa
4. Fluorit	9. Corindon
5. Apatit	10. Kim cương

Đầu nhọn của khoáng vật có độ cứng cao có thể rạch được tất cả các khoáng vật khác nằm ở phía trước nó trong thang độ cứng (có số thứ tự bé hơn).

Độ cứng tuyệt đối của một số khoáng vật được xác định bằng máy đo độ cứng *TMT*-. là: tan - 2,4kG/mm^2, canxit - 109 kG/mm^2, thạch anh - 1120 kG/mm^2; kim cương - 10060kG/mm^2. Như vậy kim cương cứng hơn tan không phải 10 lần mà là 4000 lần.

Trong thực tế có thể xác định độ cứng tương đối của khoáng vật bằng các phương tiện đơn giản như móng tay có độ cứng 2.5; lưỡi dao sắt 3 ÷ 3,5; mảnh kính 5 ÷ 5,5; lưỡi dao thép 6 ÷ 6,5.

Tuyệt đại bộ phận khoáng vật có độ cứng từ 2 đến 7. Các khoáng vật tạo đá thường có độ cứng nhỏ hơn 7. Đá chứa khoáng vật có độ cứng cao thường có cường độ lớn.

Tỷ trọng của khoáng vật

Tỷ trọng của khoáng vật thay đổi trong phạm vi tương đối lớn. Những khoáng vật tạo đá có tỷ trọng từ 2,5 đến 3,5 (*bảng I-2*). Theo tỷ trọng, khoáng vật được chia ra làm 3 nhóm

Nhẹ : khi tỷ trọng nhỏ hơn 2.5 ;

Trung bình : khi tỷ trọng từ 2,5 đến 4;

Nặng : khi tỷ trọng lớn hơn 4.

Bảng I-2. Tỷ trọng của một số khoáng vật tạo đá chính

Khoáng vật	Tỷ trọng	Khoáng vật	Tỷ trọng
Thạch anh	2,65 ÷ 2,66	Plagiocla	2,60 ÷ 2,78
Canxit	2,71 ÷ 2,72	Muscovit	2,50 ÷ 3,10
Đolomit	2,80 ÷ 2,99	Biotit	2,69 ÷ 3,40
Anhiđrit	2,50 ÷ 2,70	Piroxen	3,20 ÷ 3,60
Thạch cao	2,30 ÷ 2,40	Amfibon	2,99 ÷ 3,47
Octocla	2,50 ÷ 2,62	Olivin	3,18 ÷ 3,45

Tỷ trọng phụ thuộc vào thành phần hoá học và cấu trúc của tinh thể. Tỷ trọng lớn khi khoáng vật chứa nguyên tố nặng và có sự sắp xếp nguyên tử chặt.

Ngoài những tính chất trên, khoáng vật còn có một số tính chất vật lý khác như : từ tính, tính đàn hồi, tính uốn cong, tính dẻo... Đó là những dấu hiệu để nhận biết khoáng vật cũng như quyết định các tính chất vật lý, cơ học của đá.

Khi xác định khoáng vật không chỉ dựa trên các tính chất vật lý một cách rời rạc mà cần có sự tổng hợp các tính chất vật lý đó để rút ra các đặc trưng chủ yếu nhất của từng loại khoáng vật.

2.2. Phân loại khoáng vật và mô tả một số khoáng vật tạo đá chính

Khi nghiên cứu khoáng vật, người ta thường phân loại chúng theo thành phần hoá học với 9 lớp sau :

Lớp 1: các nguyên tố tự nhiên, như đồng (Cu), bạc (Ag)...

Lớp 2 : sunfua, như pirit (FeS_2)...

Lớp 3: halogenua, như halit (NaCl)...

Lớp 4: cacbonat, như canxit ($CaCO_3$)...

Lớp 5: sunfat, như thạch cao ($CaSO_4.2H_2O$)...

Lớp 6: fotfat, như fotfat (CaP_2O_5)...

Lớp 7: oxit, như thạch anh (SiO_2)...

Lớp 8: silicat, như octocla $K\{AlSi_3O_8\}$...

Lớp 9: hợp chất của hữu cơ, như CH_4...

Trong các lớp đó người ta còn dựa vào cấu trúc tinh thể để chia ra các lớp phụ và các nhóm.

Trong thiên nhiên, các khoáng vật tham gia vào sự thành tạo đất đá chủ yếu thuộc các lớp silicat, oxit, cacbonat, sunfat, sunfua; nhưng vai trò của nó trong thành phần đất đá không giống nhau, có thể chia ra khoáng vật chính, khoáng vật phụ. Khoáng vật chính đóng vai trò chủ yếu trong việc cấu tạo nên đất đá. Cường độ và tính chất của đất đá chủ yếu do cường độ và tính chất của loại khoáng vật này quyết định. Khoáng vật phụ chiếm hàm lượng nhỏ hơn (cần chú ý rằng một loại khoáng vật có thể là khoáng vật chính của đá này nhưng lại là khoáng vật phụ của đá khác). Khoáng vật chiếm một lượng nhỏ trong đất đá (<1%) thì gọi là khoáng vật hiếm.

Theo nguồn gốc hình thành khoáng vật được chia ra khoáng vật nguyên sinh và khoáng vật thứ sinh. Các khoáng vật được tạo thành do sự nguội lạnh của macma hoặc do kết tủa từ dung dịch gọi là khoáng vật nguyên sinh, còn các khoáng vật được thành tạo từ những khoáng vật khác (do phản ứng hoá học của nước với khoáng vật nguyên sinh, do tác dụng của áp suất, nhiệt độ cao...) gọi là khoáng vật thứ sinh.

Việc phân loại khoáng vật theo mục đích xây dựng dựa theo dạng liên kết hoá học của khoáng vật. Bởi vì đặc trưng cấu tạo tinh thể và bản chất mối liên kết hoá học giữa các chất điểm của mạng lưới kết tinh quyết định nhiều tính chất vật lý và cơ học của khoáng vật.

Xuất phát từ đó phần lớn các khoáng vật thuộc lớp silicat được thành tạo do sự nguội lạnh của macma (là khoáng vật tạo đá chủ yếu của đá macma, biến chất và nhiều đá trầm tích) có thể hợp nhất vào một nhóm khoáng vật, mối liên kết giữa các yếu tố kiến trúc cơ bản là liên kết hoá trị. Vì vậy các khoáng vật này có cường độ cao và khó hoà tan.

Khoáng vật nhóm cacbonat, sunfat và halogenua có kiến trúc và tính chất rất đặc biệt. Mối liên kết kiến trúc chủ yếu trong mạng lưới của khoáng vật này là liên kết ion, cường độ

liên kết giảm rất nhanh khi tác dụng với nước. Điều này giải thích khả năng hoà tan lớn của nhóm cacbonat, sunfat và halogenua so với các khoáng vật khác.

Trong đất đá trầm tích phổ biến các khoáng vật sét. Theo kiến trúc, nó thuộc loại silicat lớp. Tuy nhiên so với các khoáng vật khác thuộc loại này, trong mạng lưới tinh thể của khoáng vật sét ngoài liên kết hoá trị còn có vai trò của liên kết phân tử và liên kết nước. Trong thiên nhiên, chúng thường gặp ở dạng các vật chất kết tinh phân tán nhỏ và biểu hiện một loạt tính chất đặc biệt khi tác dụng với nước.

Ngoài khoáng vật, trong đất đá trầm tích có thể gặp một số hợp chất hữu cơ, trong đó phổ biến là keo hữu cơ : axit humic, protein, xenlulo và các hợp chất phức tạp khác. Các chất hữu cơ, thường có hoạt tính cao trong các phản ứng oxy hoá. Ngoài ra, tương tự như khoáng vật sét, keo hữu cơ là hợp chất háo nước, nở mạnh khi tác dụng với nước. Vì vậy, sự có mặt của chất hữu cơ có ảnh hưởng lớn đến tính chất xây dựng của đất đá.

Dưới đây ta mô tả các khoáng vật tạo đá chủ yếu:

Lớp silicat

Lớp silicat có gần 800 khoáng vật chiếm 75% trọng lượng vỏ quả đất. Chúng thường có màu sặc sỡ và có độ cứng lớn. Các nhóm thường gặp trong lớp silicat gồm có : nhóm fenpat, nhóm mica, nhóm amfibon, nhóm piroxen, nhóm olivin, nhóm tan, nhóm clorit và nhóm sét..

1. Nhóm fenpat

Fenpat là allumosilicat Na, K và Ca được thành tạo khi macma kết tinh. Thành phần của chúng có thể biểu thị bằng công thức



$$Na[AlSi_3O_8];\ K[AlSi_3O_8];\ Ca[Al_2Si_2O_8].$$

Tuỳ theo thành phần hoá học ta chia ra fenpat natri - canxi và fenpat kali. Fenpat chủ yếu có nguồn gốc macma, đôi khi có nguồn gốc biến chất.

Fenpat natri - canxi còn gọi là plagiocla (tiếng Hy Lạp là vỡ nghiêng). Chúng gồm những khoáng vật hỗn hợp đồng hình liên tục của anbit $Na[AlSi_3O_8]$ và anoctit $Ca[Al_2Si_2O_8]$.

Plagiocla ít khi có tinh thể đẹp, chúng thường có dạng tấm và lăng trụ tấm. Màu trắng hoặc trắng xám, đôi khi có sắc lục phớt xanh, phớt đỏ; ánh thuỷ tinh ; độ cứng $6 \div 6,5$. Dễ tách hoàn toàn theo hai phương tạo với nhau một góc từ $86^0 24'$ đến $86^0 50'$. Tỷ trọng thay đổi từ 2,61 (anbit) đến 2,76 (anoctit)

Fenpat kali phổ biến nhất có octocla và microclin, có thành phần là $K[AlSi_3O_8]$. Độ cứng $6 \div 6,5$. Tỷ trọng $2,5 \div 2,57$. Màu hồng nhạt, vàng nâu, trắng đỏ, đôi khi màu đỏ thịt; ánh thuỷ tinh. Dễ tách hoàn toàn. Octocla có góc giữa các mặt dễ tách là 90^0, còn microclin chỉ chênh lệch với góc vuông 20'

Trong đá granit ở nền đập Thác Bà, fenpat chiếm tới 60%. Mỏ fenpat ở Thanh Thuỷ (Phú Thọ) đang được khai thác cho kỹ nghệ đồ sứ. Ở các nước khí hậu khô, fenpat bị phong hoá tạo thành cát. Ở nước ta, fenpat dễ bị phân huỷ tạo thành sét.

2. Nhóm mica

Nhóm mica chiếm 3,8% trọng lượng vỏ quả đất. Mica có thành phần hoá học phức tạp và có đặc điểm là dễ tách rất hoàn toàn. Khoáng vật chủ yếu của nhóm này là biotit và muscovit.

Biotit còn gọi là mica đen hoặc mica manhê - sắt, có công thức : $K(Mg, Fe)_3[AlSi_3O_{10}][OH]_2$. Dạng tinh thể dẹt, giả lục phương, cũng có khi dạng trụ, dạng tháp, màu đen, nâu, phớt đỏ, lục. Vết vạch trắng. Ánh thuỷ tinh, xà cừ. Độ cứng 2 ÷ 3. Dễ tách rất hoàn toàn theo một phương. Tỷ trọng 3,02 ÷ 3,12.

Muscovit còn gọi là mica trắng, có công thức $KAl_2[AlSi_3O_{10}][OH]_2$. Dạng tinh thể dẹt hay tấm, giả lục phương, có thể tập hợp thành khối hạt, lá hoặc vảy đặc sít. Vảy muscovit rất nhỏ gọi là xerixit màu trắng, vết mạch trắng. Ánh thuỷ tinh, xà cừ. Độ cứng 2 ÷ 3. Bóc thành lá mỏng, dễ uốn, dễ tách rất hoàn toàn theo một phương. Tỷ trọng 2,76 ÷ 3,10

Mica có thể có nguồn gốc macma hay biến chất

3. Nhóm piroxen

Phổ biến nhất là augit $Ca(Mg, Fe, Al)[(SiAl)_2O_6]$. Tinh thể hình trụ ngắn, hình tấm. Tập hợp khối đặc sít. Màu đen lục, đen, ít khi lục thẫm hay nâu. Ánh thuỷ tinh. Độ cứng 5 ÷ 6. Dễ tách hoàn toàn. Tỷ trọng 3,2 ÷ 3,6. Nguồn gốc macma

4. Nhóm amfibon

Phổ biến nhất là hocblen, có thành phần : $Ca_2Na(Mg, Fe)_4(Al, Fe)[(Si, Al)_4O_{11}]_2[OH]_2$. Tinh thể dạng lăng trụ, hình cột. Màu lục hoặc nâu có sắc từ sẫm đến đen. Vết vạch trắng, ánh thuỷ tinh. Độ cứng 5,5 ÷ 6. Hai phương dễ tách hoàn toàn, giao nhau một góc 124^0. Tỷ trọng từ 3,1 ÷ 3,3. Nguồn gốc macma hay biến chất

5. Nhóm olivin

Olivin có công thức $(Mg, Fe)_2SiO_4$. Tập hợp dạng hạt. Màu phớt vàng, vàng phớt lục. Ánh thuỷ tinh. Độ cứng 6,5 ÷ 7. Tỷ trọng 3,3 ÷ 3,5. Dễ tách trung bình hoặc không tách. Vết vỡ vỏ sò. Phần lớn olivin có nguồn gốc macma

6. Nhóm tan

Tan có công thức :$Mg_3[Si_4O_{10}][OH]_8$. Tập hợp thành khối đặc sít; rất đặc trưng là ở dạng lá, dạng vẩy. Độ cứng 1. Dễ tách hoàn toàn theo một phương. Tỷ trọng 2,7 ÷ 2,8. Rất dễ nhận biết do độ cứng thấp và sờ trơn tay. Màu lục sáng, ánh mỡ. Tan là sản phẩm biến chất của đá macma.

7. Nhóm clorit

Clorit có công thức $Mg_4Al_2[Si_2Al_2O_{10}][OH]_8$. Tinh thể dạng tấm, tập hợp có dạng vẩy. Màu lục sáng, lục sẫm, ánh ngọc. Dễ tách hoàn toàn như mica. Vết vỡ không đều, sần sùi. Độ cứng 2 ÷ 2,5. Tỷ trọng 2,6 ÷ 2,85. Tấm mỏng clorit có thể uốn cong nhưng không đàn hồi, đó là chỗ khác với mica.

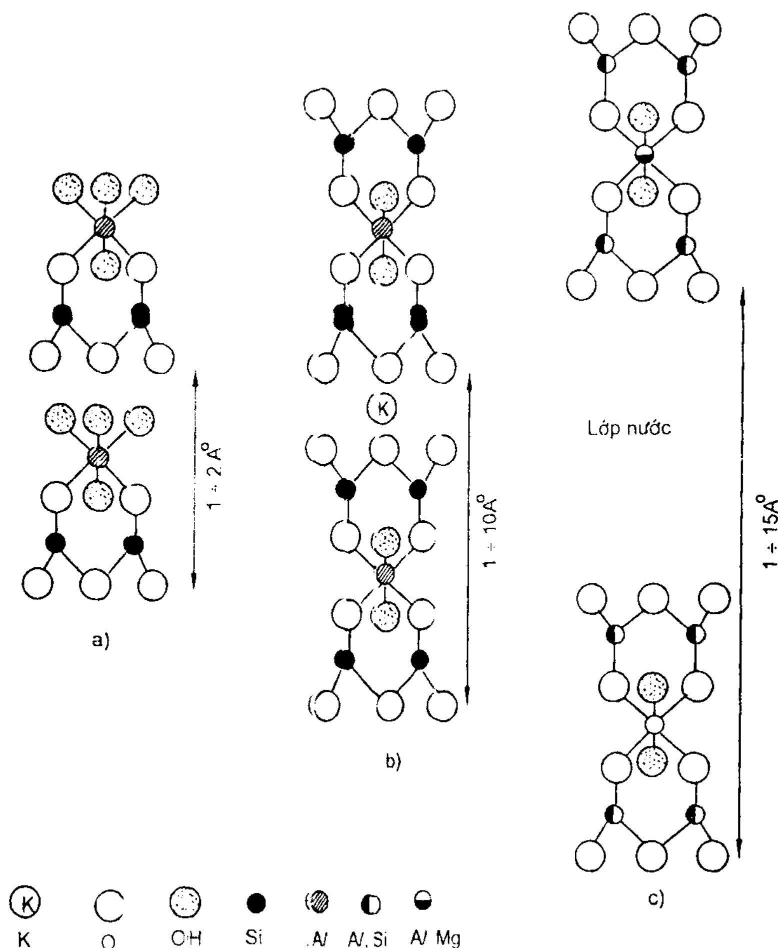
8. Nhóm khoáng vật sét

Đây là các khoáng vật thứ sinh của lớp silicat. Nó là thành phần chủ yếu của đất sét và đất loại sét nên có tên là khoáng vật sét

Khoáng vật sét có dạng phiên mỏng, kích thước không vượt quá một vài micron. Kích thước của nó nhỏ đến nỗi khi trộn với nước thì thành hệ chất keo. Việc quan sát khoáng vật sét phải dùng kính hiển vi điện tử.

Căn cứ vào ảnh hưởng của khoáng vật sét đến tính chất của đất, nhất là độ dẻo, người ta phỏng đoán được hàm lượng khoáng vật sét trong đất. Phổ biến và đặc trưng nhất trong nhóm khoáng vật sét có kaolinit, ilit, và monmorilonit. Chúng đều cấu tạo bởi những lớp mỏng oxit silic (SiO_2) và oxit alumin (Al_2O_3). Dọc theo mặt tiếp xúc của các lớp thì khoáng vật sét có độ bền thấp, vì vậy chúng dễ bị tách ra thành lớp mỏng.

Kaolinit có công thức $Al_4[Si_4O_{10}][OH]_6$. Được hình thành ngay trên mặt đất trong môi trường axit yếu, từ fenpat và mica. Tinh thể phiến mỏng, hình dạng rất khác nhau. Từng phiến mỏng không màu; cả khối chặt sít có màu trắng dạng đất, sờ trơn tay. Độ cứng gần 1. Dễ tách hoàn toàn. Tỷ trọng 2,58 ÷ 2,6. Trong kaolinit, các lớp oxit silic và oxit alumin xen kẽ nhau (*hình I-3a*).



Hình I-3. *Sơ đồ cấu trúc của khoáng vật sét*
a) Kaolinit; b) Ilit; c) Monmorilonit

Ilit có công thức $KAl_2[(Si, Al)_4O_{10}][OH]nH_2O$. Ilit hình thành do mica tác dụng với nước nên còn gọi là mica nước (hidro muscovit). Tinh thể thường gặp dạng phiến mỏng. Tỷ trọng 2,6. Khác với kaolinit, ilit có các lớp oxit silic xếp kề nhau và có ion kali liên kết giữa các lớp này (*hình 1-3b*) nên có khả năng nở hạn chế khi ngậm nước.

Monmorilonit $(Al, Mg)_2[Si_4O_{10}][OH]_2nH_2O$. Tinh thể có nhiều hình dạng khác nhau. Màu trắng, phớt xám; đôi khi phớt xanh, hồng lục. Khi khô có ánh mỡ. Độ cứng của từng vảy còn chưa rõ. Dễ tách hoàn toàn. Tỷ trọng không nhất định.

Monmorilonit thành tạo từ tro núi lửa, các đá giàu sắt, manhê, trong môi trường kiềm yếu. Các phần tử nước có khả năng chui vào khoảng giữa các lớp oxit silic nằm kề nhau, vì vậy monmorilonit có khả năng nở lớn (*hình 1-3c*).

Ở nước ta, nhiều mỏ sét có trữ lượng lớn và chất lượng cao đang được khai thác dùng cho kỹ nghệ đồ sứ, như mỏ sét Đông Triều, mỏ sét Đức Trọng... Theo một số kết quả nghiên cứu sơ bộ thì sét Đống Đa là sét kaolinit và ilit, sét Hải Phòng thuộc loại sét monmorilonit...

Lớp oxit

Khoáng vật lớp oxit và hidroxit chiếm 17% trọng lượng vỏ quả đất. Trong lớp này hay gặp opan, thạch anh, limonit.

Thạch anh SiO_2 là khoáng vật phổ biến nhất trong vỏ quả đất, thường không màu, đôi khi trắng sữa, xám. Ánh thuỷ tinh. Không dễ tách. Vết vỡ vỏ sò. Độ cứng 7. Tỷ trọng 2,5 ÷ 2,8. Thạch anh thành tạo có trường hợp do đông nguội của macma, có trường hợp do kết tủa từ dung dịch trong điều kiện giầu oxy và silic của khí quyển.

Ở nước ta, thạch anh chiếm tới 30% trong đá granit ở Thác Bà, Bảo Lộc, Phan Rang. Trong liparit ở Tam Đảo, thạch anh ở dạng ban tinh. Trong cát vàng Việt Trì, cát trắng Quảng Bình, Phan Thiết, Phan Rang thì thạch anh là thành phần chủ yếu.

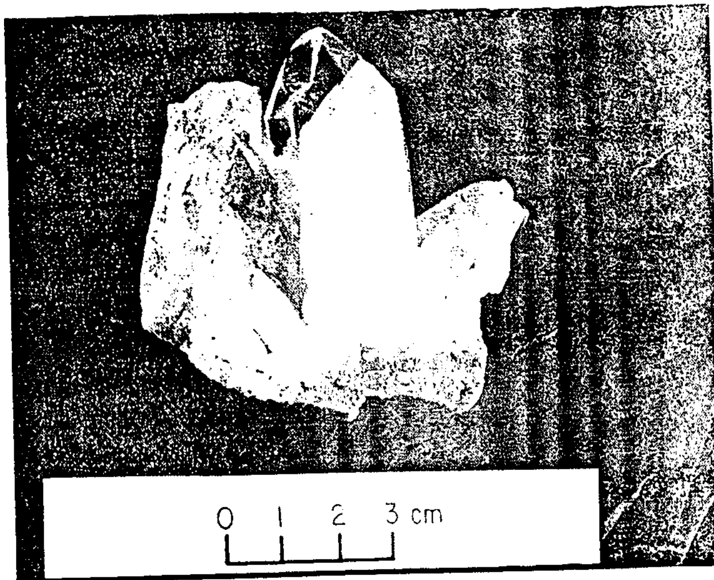
Opan SiO_2nH_2O là khoáng vật vô định hình, không màu, trắng hoặc vàng đỏ. Trung bình chứa 6%, tối đa tới 34% nước. Ánh xà cừ hoặc thuỷ tinh. Độ cứng 5 ÷ 5,5. Tỷ trọng 1,9 ÷ 2,5. Được thành tạo trong khe nứt và lỗ hổng ở phần trên của vỏ quả đất, do kết tủa của dung dịch chứa silic; cũng có thể thành tạo ở vùng ven biển do sự ngưng keo của các dung giao silic được sông vận chuyển đến hoặc do xương của một số sinh vật biển.

Limonit $Fe_2O_3nH_2O$. Ở trạng thái keo có độ cứng từ 4 ÷ 5,5, khi vụn rời giảm xuống gần 1. Màu nâu, vàng, vết vạch vàng nâu đến đỏ. Tỷ trọng 2,7 ÷ 4,3. Thành tạo do sự oxy hoá các hợp chất sắt, sunfua trầm đọng dưới đáy hồ...

Lớp cacbonat

Lớp này có khoảng 80 loại khoáng vật, chiếm 1,7% trọng lượng vỏ quả đất, thường tạo thành lớp trầm tích biển rất dày. Khoáng vật phổ biến có canxit và dolomit.

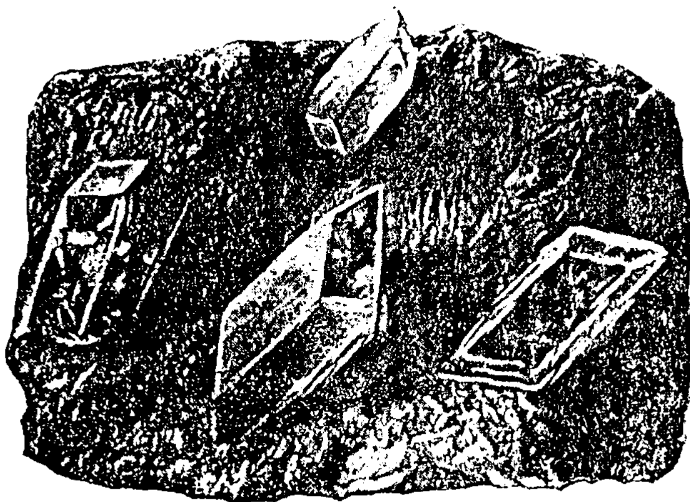
Canxit $CaCO_3$. Thường tinh thể ở dạng khối tam giác lệch, khối mặt thoi. Không màu, trắng sữa, khi lẫn tạp chất có màu xám, vàng hồng. Ánh thuỷ tinh, dễ tách hoàn toàn theo ba phương thành các khối hình mặt thoi. Độ cứng 3. Tỷ trọng 2,6 ÷ 2,8. Sủi bọt với axit clohidric loãng (10%).



a)



b_1)



b_2)



c)

Hình I-4. *Một số hình dạng tinh thể khoáng vật*
a) Tinh thể thạch anh trong suốt; b) Tinh thể thạch cao có hình dạng khác nhau; c - Đá Ngọc bích hình trụ 6 cạnh.

Canxit hình thành trong quá trình macma, do kết tủa hoá học trong nước và cũng do tác dụng của sinh vật.

Đolomit $CaCO_3.MgCO_3$. Tinh thể có dạng khối mặt thoi. Thường tập hợp ở dạng khối hạt kết tinh. Màu trắng xám, có khi vàng, lục, nâu. Ánh thuỷ tinh. Dễ tách hoàn toàn. Độ cứng 3,5 ÷ 4. Tỷ trọng 2,8 ÷ 2,9. Mảnh đolomit bị hoà tan chậm bởi axit clohiđrit (HCl) 10% khi nguội. Bột đolomit sủi bọt mạnh với HCl được đun nóng.

Đolomit được thành tạo do trầm tích và do quá trình đolomit hoá đá vôi.

Lớp sunfat

Có khoảng 260 khoáng vật, chiếm không quá 0,1% trọng lượng vỏ quả đất. Đặc điểm chung của lớp này là có tỷ trọng và độ cứng không lớn. Đại biểu lớp này là anhiđrit (thạch cao khan) và gíp (thạch cao).

Anhiđrit $CaSO_4$. Tinh thể hình lăng trụ hoặc phiến mỏng. Tập hợp thành khối đặc sít, có khi dạng que. Màu trắng, khi có tạp chất thì màu xám, đỏ, đen. Ánh thuỷ tinh. Độ cứng 3,0 ÷ 3,5. Dễ tách hoàn toàn. Tỷ trọng 2,8 ÷ 3,0.

Khi có nước và chịu áp lực nhỏ thì anhiđrit biến thành gíp và tăng thể tích đến ~ 30%.

Gíp (thạch cao) $CaSO_4.2H_2O$. Tinh thể dạng tấm, ít khi dạng sợi. Màu trắng, khi lẫn tạp chất có màu xám, vàng đồng, nâu, đỏ hoặc đen. Ánh thuỷ tinh. Độ cứng 2. Dễ tách hoàn toàn.

Gíp hình thành do trầm tích từ anhiđrit bị hiđrat hoá và từ đá vôi dưới tác dụng của nước chứa axit sunfuric (H_2SO_4).

Lớp sunfua

Trong lớp này liên quan nhiều đến xây dựng là khoáng vật pirit.

Pirit FeS_2. Tinh thể hình lập phương, trên mặt tinh thể có những vết khía. Màu đồng thau, khi phân tán nhỏ có màu đen. Ánh kim mạnh. Vết vạch nâu hay đen nâu. Độ cứng 5 ÷ 6,5. Khá giòn. Dễ tách không hoàn toàn. Vết vỡ không đều, đôi khi có dạng vỏ sò. Tỷ trọng 4,4 ÷ 5,2.

Pirit có nguồn gốc macma hoặc do sự phân huỷ những di tích hữu cơ dưới tác dụng của nước và sinh vật trong điều kiện thiếu oxy. Pirit khi tác dụng với oxy và nước cho axit sunfuric.

Lớp halogenua

Khoáng vật phổ biến nhất của lớp này là muối mỏ halit (NaCl).

Halit NaCl. Tinh thể lập phương. Màu trắng hoặc không màu, khi có lẫn tạp chất thì màu xám, đỏ, đen. Ánh thuỷ tinh. Độ cứng 2,5. Dễ tách rất hoàn toàn. Tỷ trọng 2,1 đến 2,2. Halit có nguồn gốc trầm tích hoá học.

§3. KIẾN TRÚC, CẤU TẠO VÀ THẾ NẰM CỦA ĐẤT ĐÁ

Đất đá là tập hợp của các khoáng vật, được sắp xếp theo những quy luật nhất định, có thể có liên kết, có thể không, chiếm một phần không gian đáng kể của vỏ quả đất. Vì vậy ngoài việc nghiên cứu thành phần vật chất, thành phần khoáng vật của đất đá, còn cần phải xét đến các đặc trưng kiến trúc, cấu tạo và thế nằm của đất đá.

3.1. Kiến trúc của đất đá

Kiến trúc của đất đá là khái niệm tổng hợp chỉ các yếu tố như : hình dạng, kích thước hạt, tỷ lệ kích thước và hàm lượng tương đối của các hạt cũng như mối liên kết giữa các hạt đó với nhau trong đất đá.

Kích thước và hình dạng hạt là do điều kiện thành tạo của đá quyết định; đối với đá macma, đá biến chất và đá trầm tích hoá học thì chủ yếu do điều kiện kết tinh. Điều kiện kết tinh chậm thì các hạt khoáng vật sẽ lớn, các hạt kết tinh trước sẽ có hình dạng tinh thể rõ ràng, gọi là tự hình. Các hạt kết tinh sau thường đóng vai trò lấp nhét các lỗ hổng của các hạt kết tinh trước, do đó tinh thể có dạng méo mó, gọi là tha hình. Đối với đá biến chất, do tái kết tinh không phát sinh tái nóng chảy thì lại khác, các hạt khoáng vật có năng lực kết tinh lớn sẽ tự hình, còn các hạt có năng lực kết tinh nhỏ sẽ méo mó, tha hình. Cường độ, độ ổn định của đá thay đổi theo kích thước hạt, mức độ đồng nhất và mức độ tha hình của các hạt trong đá. Đá kết tinh hạt nhỏ có cường độ lớn và độ ổn định phong hoá cao hơn đá có cùng thành phần nhưng kết tinh hạt lớn. Đá có kiến trúc tha hình thì bền vững hơn đá kiến trúc tự hình, đặc biệt khoáng vật tha hình lại là thạch anh thì mức độ ổn định tăng lên rõ rệt.

Đối với đá trầm tích vụn thì hình dạng và kích thước hạt là do thành phần đá gốc và phương thức vận chuyển quyết định. Đá gốc bị phân huỷ do phong hoá hoá học sẽ cho các hạt mịn. Đá được trầm đọng do dòng nước sông mang tới thì sẽ tròn cạnh, do gió thì hạt đồng đều nhưng góc cạnh hơn. Đá do trầm tích biển hạt có dạng tròn dẹt... Kích thước và hình dạng hạt có ý nghĩa quyết định đối với các tính chất địa chất công trình của đất đá trầm tích vụn. Có thể lấy ví dụ như cuội và dăm, cát và sét thì sẽ thấy rõ. Cuội và dăm là hai loại hạt có kích thước như nhau nhưng dăm góc cạnh hơn và trong một chừng mực nào đó đồng nhất hơn, do đó có cường độ chống cắt lớn hơn. Trong khi cát ép co rất ít, tính thấm lớn, độ rỗng nhỏ và tương đối ổn định thì sét có tính dẻo, tính ép co lớn, độ rỗng lớn và không ổn định, hầu như không thấm nước, độ ngậm nước lớn, cá biệt có loại sét độ ẩm tới $500 \div 600\%$, trong khi đó cát độ ẩm không quá 30%.

Khi các hạt càng nhỏ thì tỷ diện tích (tổng diện tích bề mặt các hạt trong một đơn vị thể tích hoặc trọng lượng đất đá) càng lớn. Do vậy năng lượng bề mặt tăng lên, hiện tượng bề mặt càng rõ rệt. Để hình dung được tỷ diện tích bề mặt của khoáng vật sét, ta có thể nêu lên bảng số liệu so sánh về tỷ diện tích của ba loại khoáng vật chính là monmorilonit, ilit, kaolinit (*bảng I-3*).

Bảng I 3. Tỷ diện tích của một số khoáng vật sét

Khoáng vật	Tỷ lệ các kích thước	Kích thước A		Tỷ diện tích m^2/g
		Dài và rộng	Dày	
Monmorilonit	100. 100 . 1	1000 ÷ 5000	10 ÷ 50	800
Ilit	20 . 20 . 1	1000 ÷ 5000	50 ÷ 500	80
Kaolinit	10 . 10 . 1	1000 ÷ 2000	100 ÷ 1000	10

Đất đá thường cấu tạo từ nhiều cỡ hạt khác nhau. Sự có mặt của nhóm hạt cả về chất và lượng đều có ý nghĩa nhất định. Vì vậy, thành phần hạt của đất đá là một yếu tố không thể thiếu khi nghiên cứu kiến trúc của nó, nhất là loại mềm rời.

Sau khi đã nghiên cứu hình dạng, kích thước và hàm lượng tương đối của các hạt trong đất đá, điều quan trọng nữa là nghiên cứu hình thức gắn kết giữa các hạt với nhau. Theo mức độ liên kết, người ta chia ra kiến trúc hạt rời, tức là đất đá gồm các hạt rời rạc, không liên kết với nhau và kiến trúc gắn kết là đất đá có các hạt liên kết với nhau tới một mức độ nào đó.

Liên kết kiến trúc được hình thành nhờ các quá trình hoá lý phức tạp với nhiều hình thức khác nhau, như quá trình kết tinh, hoá già, ngưng keo, kết tủa, hấp thụ, thấm, áp lực... Nó là một quá trình lâu dài diễn ra trong suốt thời gian thành tạo đá.

Trong đá macma, biến chất và trầm tích hoá học có mối liên kết kết tinh các đá vụn cơ học có mối liên kết ximăng, còn trầm tích mềm rời có mối liên kết keo nước.

Liên kết kết tinh về bản chất gần với mối liên kết kiến trúc bên trong của các khoáng vật, nó xuất hiện do lực liên kết của các phân tử, nguyên tử và ion ở bề mặt của các hạt khoáng vật với nhau. Vì vậy, liên kết kết tinh là loại liên kết bền vững nhất. Trong một số đá như quaczit, đá vôi... mối liên kết này có cường độ không thua kém cường độ của các hạt khoáng vật; vì vậy dưới tác động bên ngoài, mặt nứt vỡ thường đi qua cả các hạt.

Liên kết ximăng hình thành do sự ngưng keo trong các lỗ hổng và khe nứt giữa các hạt, thường là keo silit, sét và sắt. Trong trường hợp keo là sét thì thực tế nó vẫn là loại liên kết keo nước mà ta sẽ nêu ở dưới đây. Liên kết ximăng nhìn chung có cường độ liên kết không cao. Cường độ liên kết và độ ổn định của nó phụ thuộc vào hình thức liên kết và vật chất ximăng liên kết, bền vững hơn cả là keo silit, sau đến keo sắt, vôi rồi đến keo sét.

Liên kết keo nước là liên kết xuất hiện nhờ lực hấp dẫn Vandecvan, vì vậy nó tỷ lệ nghịch với kích thước hạt và mức độ hiđrat hoá trên bề mặt hạt; cường độ liên kết rất nhỏ và có đặc tính là rất không ổn định. Tuy nhiên trong đất, đặc biệt là đất loại sét, thì nó là hình thức liên kết chủ yếu và tạo nên cho đất nhiều đặc tính quan trọng. Tìm hiểu bản chất của mối liên kết keo nước, trong nhiều trường hợp ta có thể điều khiển được cường độ và tính chất của mối liên kết, tức là cường độ, tính chất của loại đất sét. Ví dụ, do màng hiđrat dày mà cường độ liên kết giảm đi; trong nhiều trường hợp áp dụng biện pháp thoát nước nhân tạo, cường độ của đất sẽ tăng lên rõ rệt.

3.2. Cấu tạo của đất đá

Cấu tạo của đất đá cho biết quy luật phân bố hạt khoáng vật theo các phương hướng khác nhau trong không gian và mức độ sắp xếp chặt sít của nó.

Sự hình thành cấu tạo không đẳng hướng, không đồng nhất của đá là do sự sắp xếp và phân bố các hạt vì nhiều nguyên nhân. Nguyên nhân bên trong là thành phần vật chất của đất đá, còn nguyên nhân bên ngoài cũng không kém phần quan trọng, đó là các trường mà trong đó đất đá được thành tạo như trường trọng lực, trường áp lực, trường nhiệt, trường thuỷ lực... Trong các điều kiện khác như nhau, sự định hướng càng rõ rệt khi cường độ của các trường biểu hiện rõ. Sự hình thành cấu tạo của đá, trong nhiều trường hợp, là tổng hợp sự tác động của hai, ba trường. Ví dụ như sự thành tạo cấu tạo lớp của đá trầm tích là do tác động của trường trọng lực kết hợp với trường thủy lực. Dòng nước có tác dụng vận chuyển và tuyển lựa hạt theo đường kính và trọng lượng; trường trọng lực có tác dụng dàn đều các hạt đưa tới theo chiều ngang, vì vậy đá trầm tích thường có cấu tạo lớp, các lớp nằm ngang hay gần nằm ngang.

Tác dụng của trường trọng lực (áp lực địa tầng) và trường nhiệt (nhiệt quả đất) đã làm cho đá biến chất khu vực có cấu tạo phiến rất điển hình. Các tinh thể khoáng vật hình tấm như mica, clorit... hình thành do nhiệt độ cao, dưới tác dụng của áp lực định hướng sẽ sắp xếp song song với nhau và tạo nên cấu tạo phiến của đá.

Trong điều kiện áp lực lớn, phần lớn đá có cấu tạo chặt sít, giữa các hạt không còn hay còn rất ít kẽ hổng. Ngược lại, trong điều kiện áp lực nhỏ, đá trầm tích, đá macma và ngay cả đá biến chất thường có cấu tạo không chặt sít, mức độ lỗ hổng lớn, có thể tạo nên cấu tạo dạng lỗ hổng như cấu tạo bọt của đá phun trào, cấu tạo xốp hay bông của đất loại sét.

Cũng cần chú ý rằng trong nhiều trường hợp, kiến trúc và cấu tạo của đất đá còn do tác động thứ sinh như quá trình phong hoá karst... tạo nên nữa, như cấu tạo tổ ong trong đá ong là do tác dụng của quá trình laterit hoá.

3.3. Thế nằm của đất đá

Kiến trúc và cấu tạo mới chỉ nói lên tổ chức nội bộ của đất đá, nhưng trong thực tế yêu cầu phải nghiên cứu đá trong một khu vực nhất định. Vì vậy cần biết sự phân bố các loại đá, vị trí và hình thù mỗi khối đá trong toàn bộ khu vực. Do đó người ta đưa ra khái niệm dạng thế nằm của đất đá. Thế nằm của đất đá cho ta khái niệm về hình dạng, kích thước và tư thế của khối đá trong không gian cũng như mối quan hệ của các khối đá trong không gian đó với nhau.

Đối với đá macma, loại đá được thành tạo từ dung nham đông cứng lại thì hình thù của các khối đá rất đa dạng. Kích thước của khối đá cũng như mối quan hệ tiếp xúc của nó với các đá vây quanh thay đổi rất lớn và cũng là yếu tố có ý nghĩa rất lớn trong địa chất công trình.

Đối với đá trầm tích, do đặc tính phân lớp nên kích thước khối đá chủ yếu là chiều dày của lớp. Ở đây, tư thế của lớp có ý nghĩa lớn hơn. Nhiều trường hợp độ nghiêng của các lớp đá đã làm cho nhiều công trình xây dựng mất ổn định, phát sinh ra trượt và lún không đều. Nhiều hầm lò bị sụt vòm cũng là do đá có thế nằm nghiêng quá dốc. Người ta thường phân biệt hai loại thế nằm đá trầm tích là thế nằm nguyên sinh - hình thành trong quá trình tạo đá (thường nằm ngang hay hơi nghiêng) và thế nằm thứ sinh - thế nằm nguyên sinh đã bị

biến đổi do các hoạt động kiến tạo về sau (nằm nghiêng, uốn nếp...). Nói như thế không có nghĩa là dưới tác động kiến tạo thì thế nằm của đá macma và biến chất không bị thay đổi, nhưng do hình thù và kích thước khối đá mà sự biến động đó không có ý nghĩa thực tế như đá trầm tích.

Thế nằm của đất đá là yếu tố cho ta biết mức độ đồng nhất của nền công trình cả về cường độ, ổn định và thấm.

§4. ĐÁ MACMA

Thành phần của các khối nóng chảy (còn gọi là macma) rất phức tạp: chủ yếu là silicat có chứa các loại khí và hơi nước. Nhiệt độ của nó tới $1000 \div 1300^0C$. Macma khi xâm nhập lên phần trên của vỏ quả đất sẽ toả nhiệt và nguội dần đông cứng lại thành đá macma. Tùy theo thành phần macma và điều kiện nguội lạnh mà hình thành nhiều loại macma khác nhau. Sự đông cứng của macma ở dưới mặt đất cho đá xâm nhập và ở trên mặt đất cho đá phun trào.

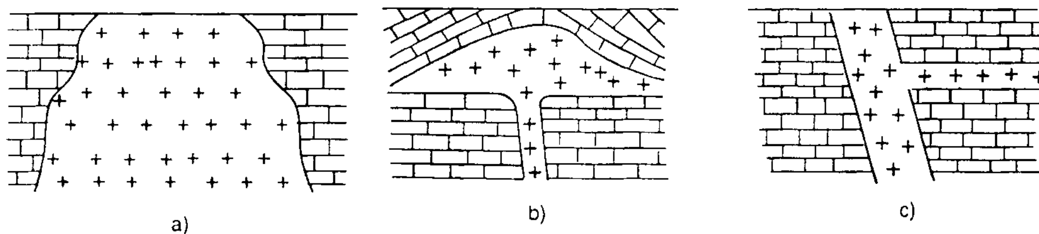
Thành phần vật chất và điều kiện nguội lạnh của macma quyết định các đặc trưng cơ bản của đá macma. Khi đi qua các lớp khác nhau của vỏ quả đất và trào lên trên mặt đất, macma sẽ gặp các điều kiện nhiệt động khác nhau. Ở dưới sâu, nó chịu áp lực lớn và nhiệt độ cao của môi trường bao quanh nên còn giữ được khí và hơi nước; đến gần mặt đất và đặc biệt là ở trên mặt đất, áp lực của môi trường rất nhỏ, khí và hơi nước được thoát ra, nên thành phần và tính chất của đá macma cũng bị biến đổi, khác với thành phần của macma.

4.1. Thế nằm của đá macma

Theo đặc tính hình học của môi trường nguội lạnh, như hình dạng và kích thước của khe nứt, hình dạng mặt đất cũng như tính nhớt của macma mà đá macma có các dạng thế nằm khác nhau. Vì vậy thế nằm của đá macma cho biết hình thù của khối đá.

Đá xâm nhập thường có các dạng thế nằm sau (*hình I-5*):

Dạng nền để chỉ các khối đá macma có hình dạng không quy tắc nhưng kích thước rất lớn, diện tích phân bố có thể tới hàng trăm, hàng ngàn ha. Giới hạn dưới của nó thường không xác định được. Đá vây quanh tiếp xúc với dạng nền có đặc trưng là không bị biến đổi về thế nằm.



Hình I-5. *Dạng thế nằm của đá xâm nhập.*
a) Dạng nền ; b) Dạng nấm ; c) Dạng lớp, dạng mạch

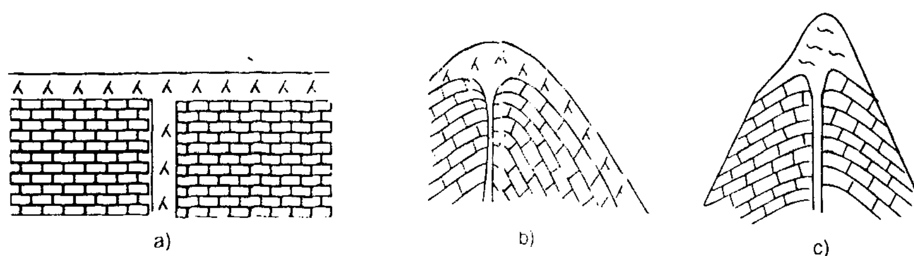
Dạng nấm chỉ khối đá macma có hình nấm hoặc thấu kính dày. Diện tích phân bố không rộng, vào khoảng vài chục ha. Các đá vây quanh nhất là ở phía trên bị uốn cong theo hình dạng nấm.

Dạng lớp được hình thành do macma xâm nhập theo các khe nứt giữa các mặt tầng đá. Nó có độ dày nhỏ, thường chỉ có độ vài mét đến vài chục mét nhưng phạm vi phân bố tương đối lớn, có thể tới vài ha.

Dạng mạch hình thành do macma xâm nhập và lấp đầy khe nứt của các tầng đá. Bề dày mạch thay đổi từ vài centimet đến vài chục mét. Đá mạch có nhiều nhánh, chỗ tiếp xúc với đá vây quanh thường có khe nứt làm tăng tính thấm nước của đất đá. Các mạch thường vuông góc hay cắt các tầng đá trầm tích với những góc tương đối lớn.

Các khối đá macma dạng nền, dạng nấm do phạm vi phân bố rộng, có thể dùng làm nền công trình tốt. Còn khi ở dạng lớp, dạng mạch thì có khả năng gây ra sự không đồng nhất ở nền công trình; tuy nhiên điều này tuỳ thuộc vào phạm vi phân bố của nó và phạm vi xây dựng công trình.

Đá phun trào có các dạng nằm chủ yếu sau (*hình I-6*).



Hình I-6. *Dạng thế nằm của đá phun trào*
a) Dạng lớp phủ ; b) Dạng dòng chảy ; c) Dạng vòm

Dạng lớp phủ là dạng đá phun trào phủ trên một diện tích rất rộng, có thể tới hàng ngàn km^2. Thường được hình thành do dung nham trào lên mặt đất theo các khe nứt kéo dài của vỏ quả đất. Sự trào dung nham nhiều đợt có thể tạo lớp phủ gồm nhiều tầng với bề dày lớn. Ví dụ như cao nguyên Đècăng (Ấn Độ), lớp phủ có diện tích 500.000km^2 và bề dày tới 2.000m.

Dạng dòng chảy hình thành do macma trào lên qua miệng núi lửa lấp đầy các khe rãnh của thung lũng. Đặc trưng của nó là có chiều dài lớn hơn chiều rộng rất nhiều, có thể kéo dài đến 30 ÷ 40 km và hơn nữa phụ thuộc vào độ nhớt của dung nham và hình dạng thung lũng. Dung nham nghèo silit thường lỏng, dễ di chuyển, cho dòng chảy có chiều dài lớn. Dung nham giàu silit có tính nhớt lớn, có thể đông đặc tại chỗ hình thành dạng vòm, dạng tháp...

Khi xây dựng đối với các dạng thế nằm của đá phun trào cần chú ý bề dày của nó vì nhiều khi lớp đá macma cứng chắc chỉ là lớp phủ mỏng trên lớp trầm tích mềm yếu ở phía dưới.

4.2. Thành phần khoáng vật của đá macma

Các khoáng vật chủ yếu tạo nên đá macma tính theo hàm lượng bình quân là : fenpat 60%, thạch anh 12%, amfibon và piroxen 17%, mica 4%. Khoáng vật thứ yếu có ziacon, tuamalin, apatit... Các khoáng vật thứ sinh có thể gặp xerixit, clorit, kaolinit... Sự tổ hợp các loại khoáng vật trong đá được quyết định bởi thành phần hoá học, bởi sự phân dị kết tinh của macma.

Trong khoáng vật của đá macma còn chia ra loại khoáng vật màu thẫm: amfibon, piroxen, biotit... và loại màu nhạt: thạch anh, fenpat...

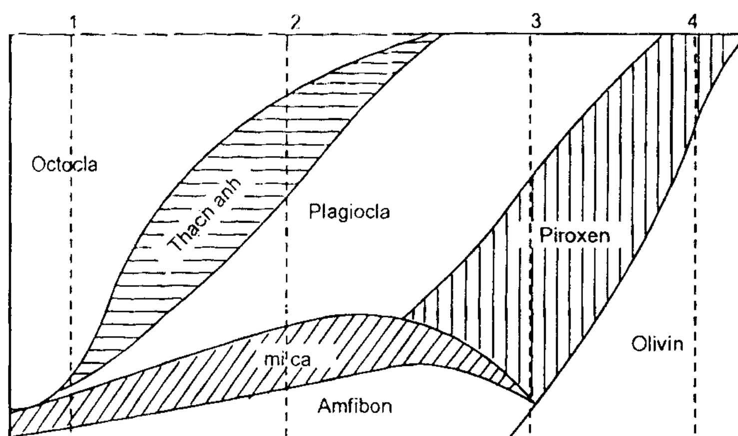
Hầu hết các khoáng vật thành tạo đá macma có mối liên kết hoá trị bền vững và được thành tạo ở điều kiện nhiệt độ cao. Do vậy, nhìn chung cường độ của khoáng vật tương đối lớn nhưng đồng thời cũng kém ổn định hơn trong điều kiện khí quyển, dễ biến đổi thành các khoáng vật ổn định trong điều kiện trên mặt đất như sét, các oxit...

Kết quả phân tích hoá học cho thấy khoáng vật của đá macma được thành tạo bởi hầu hết các loại nguyên tố hoá học, nhưng chủ yếu chỉ có : O, Si, Al, Fe, Ca, Mg, K, Na, H, Ti. Lượng chứa Si được tính theo SiO_2 thay đổi từ 25 ÷ 85%. Khi hàm lượng SiO_2 giảm thì màu của đá sẫm dần, tỷ trọng tăng lên và nhiệt độ nóng chảy giảm đi.

Dựa vào lượng SiO_2, người ta chia đá macma thành 4 loại :

1. Đá axit, với lượng SiO_2 trên 65% như : granit, liparit...
2. Đá trung tính, với lượng SiO_2 là 55 ÷ 65% như : điorit, sienit...
3. Đá bazơ, với lượng SiO_2 là 45 ÷ 55% như : gabro, bazan...
4. Đá siêu bazơ, với lượng SiO_2 nhỏ hơn 45% như : peridotit, đunit...

Sự thay đổi thành phần khoáng vật của các loại đá macma chính có thể biểu diễn như sơ đồ *hình I-7*:



***Hình I-7.** Sơ đồ tỷ lệ tương đối của khoáng vật chủ yếu trong đá macma*
1. Đá trung tính ; 2. Đá axit ; 3. Đá bazơ ; 4. Đá siêu bazơ

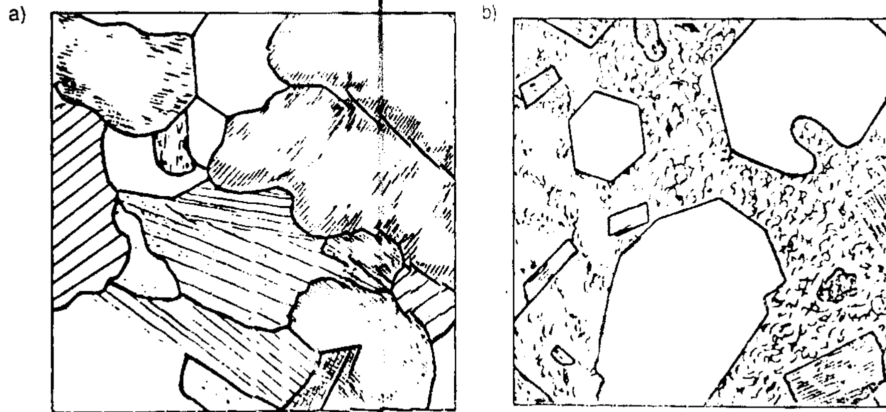
4.3. Kiến trúc và cấu tạo của đá macma

Khi nghiên cứu đá macma, mức độ kết tinh, tức là độ lớn và hình dạng của tinh thể khoáng vật và mức độ đồng đều của nó là cơ sở đặc trưng cho kiến trúc của đá. Đặc điểm của kiến trúc không chỉ cho biết các tính chất vật lý, cơ học và ổn định của đá mà còn cho biết cả điều kiện thành tạo đá.

Theo mức độ kết tinh có thể chia ra 4 loại kiến trúc chính :

Kiến trúc toàn tinh : tất cả các khoáng vật trong đá đều kết tinh, ranh giới phân cách giữa chúng rõ rệt có thể nhìn thấy bằng mắt thường (*hình I-8a*).

Kiến trúc pocfia : chỉ thấy bằng mắt thường một số tinh thể lớn rải rác trên nền tinh thể rất nhỏ (vi tinh) hay không kết tinh (*hình I-8b*).



Hình I-8. *Kiến trúc của đá macma (phóng đại 12 lần)*
a) Kiến trúc toàn tinh ; b) Kiến trúc pocfia.

Kiến trúc ẩn tinh : tinh thể rất nhỏ không phân biệt được bằng mắt thường chỉ thấy dưới kính hiển vi.

Kiến trúc thuỷ tinh : đá không kết tinh như thuỷ tinh núi lửa.

Dựa vào kích thước hạt ta chia ra : kiến trúc hạt lớn khi kích thước hạt trên 5mm, kiến trúc hạt vừa khi kích thước hạt từ 5 ÷ 2mm, kiến trúc hạt nhỏ từ 2,0 ÷ 0,2mm và kiến trúc hạt mịn khi hạt nhỏ hơn 0,2mm. Ngoài ra, căn cứ vào kích thước tương đối của các hạt để chia ra kiến trúc hạt đều, khi các hạt có kích thước gần như nhau và kiến trúc hạt không đều khi các hạt to nhỏ khác nhau.

Mức độ kết tinh của khoáng vật phụ thuộc điều kiện đông nguội của dung nham. Ở dưới sâu, do tính dẫn nhiệt của đá kém, quá trình đông nguội của dung nham kéo dài ; các tinh thể có đủ thời gian để lớn lên, đá xâm nhập thường có kiến trúc toàn tinh hạt lớn và hạt đều. Còn ở gần mặt đất và trên mặt đất, điều kiện toả nhiệt tốt và áp lực thấp nên dung nham nguội rất nhanh ; các tinh thể không kịp hình thành, chỉ hình thành các tinh thể nhỏ hoặc chỉ kết tinh được một số khoáng vật có nhiệt độ kết tinh cao. Do vậy kiến trúc ẩn tinh, thuỷ tinh,pocfia đặc trưng cho đá xâm nhập nông và đá phun trào. Đặc biệt, kiến trúc thuỷ tinh thường thấy khi dung nham phun ở đáy biển.

Sự kết tinh của khoáng vật còn phụ thuộc thành phần của dung nham. Các dung nham nghèo silit thường chứa các hợp chất dễ hoà tan, có tính di động lớn; độ nhớt của dung nham giảm làm cho sự kết tinh được dễ dàng hơn.

Đá có kiến trúc toàn tinh hạt đều có cường độ và độ ổn định với phong hoá cao hơn loại kiến trúc thuỷ tinh, kiến trúc hạt không đều.

Đối với đá macma, dựa theo sự định hướng của các thành phần khoáng vật trong không gian có thể chia ra : *cấu tạo đồng nhất* (hay cấu tạo khối) - theo bất kỳ hướng nào, thành phần khoáng vật của đá cũng như nhau và *cấu tạo dải* (hay cấu tạo dòng) - trong đá, khoáng vật tập hợp theo dạng dải vì được định hướng theo phương di chuyển của dòng dung nham.

Dựa theo mức độ hổng của đá chia ra : *Cấu tạo đặc sít* : trong đá không có lỗ hổng. *Cấu tạo lỗ hổng* : trong đá tồn tại các lỗ rỗng. Cấu tạo lỗ hổng thường gặp ở đá macma thành tạo gần hoặc ở trên mặt đất, có sự thoát của khí và hơi nước từ dung nham. Một số trường hợp các lỗ hổng được lấp đầy bởi khoáng vật thứ sinh, liên quan với các dung dịch lưu thông trong đá, cho ta *cấu tạo hạnh nhân*. Khoáng vật lấp đầy có thể là : opan, thạch anh, clorit, canxit...

Một dạng đặc biệt của đá có cấu tạo lỗ hổng là đá bọt. Loại đá này thành tạo từ dung nham có nhiều chất dễ bốc, được nguội lạnh nhanh ở dưới nước hay trong thổ nhưỡng ẩm. Đá bọt có lỗ rỗng lớn và nhẹ.

Cấu tạo đồng nhất bảo đảm sự đẳng hướng về các tính chất vật lý cơ học của đá. Các loại cấu tạo dải, cấu tạo lỗ hổng tạo ra tính dị hướng cũng như làm giảm cường độ, sự ổn định đối với phong hoá.

Khi nguội lạnh macma sẽ co lại, giảm thể tích và tạo ra các khe nứt theo những quy luật nhất định. Những khe nứt đó gọi là *khe nứt nguyên sinh* và khối nứt do những khe nứt đó phân ra gọi là *khối nứt nguyên sinh*.

Khác với khe nứt thông thường, khe nứt nguyên sinh không phá hoại sự liên kết giữa các khối nứt. Chúng có thể xem là những mặt mà ở đấy tính vững chắc của đá bị giảm sút. Hệ thống khe nứt này phân bố có quy luật và trong quá trình phong hoá được thể hiện rõ thêm.

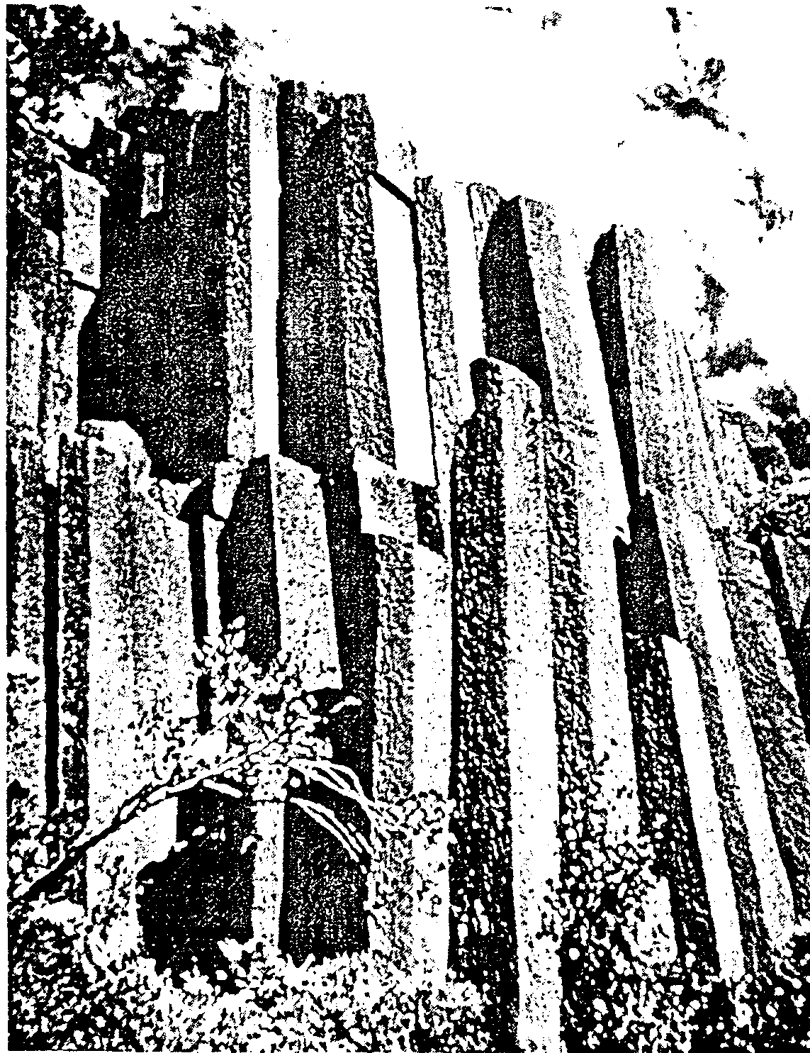
Mỗi loại đá có hình dạng khối nứt nguyên sinh riêng : bazan có khối nứt hình trụ, granit và sienit có khối nứt hình gối đệm, còn điorit có khối nứt hình cầu (*hình I-9).*

Khe nứt nguyên sinh và các khe nứt có nguồn gốc khác làm giảm cường độ, tăng tính thấm nước của đá.

4.4. Phân loại đá macma và đặc tính của một số đá macma chính

Như trên đã nêu, thành phần hoá học, thành phần khoáng vật, điều kiện thành tạo và các tác động thứ sinh trong quá trình tồn tại của đá macma có ý nghĩa quan trọng, quyết định các đặc tính vật lý, cơ học của đá. Dựa trên các cơ sở đó người ta chia đá macma ra các loại khác nhau. Đối với đá phun trào còn xét đến mức độ biến đổi thành phần và kiến trúc ban đầu để chia ra : phun trào cổ (đã bị biến đổi) và phun trào mới (chưa bị biến đổi). *Bảng I-1* nêu lên cách phân loại đá macma của D.S. Belianxki và V.I. Petrov.

Đá loại axit phổ biến nhất là đá granit (xâm nhập) ; pocfia thạch anh và liparit (phun trào).



Hình I-9. *Khối nứt nguyên sinh hình lăng trụ của đá macma*

Granit gồm các khoáng vật thuộc nhóm fenpat như fenpat kali (octocla, microlin) và plagiocla axit (anbit, oligiocla). Lượng thạch anh ít hơn fenpat một chút và thường là các hạt có hình dạng không quy tắc. Khoáng vật màu thẫm rất ít, thường là biotit, augit, hocblen. Còn khoáng vật phụ có thể gặp manhetit, pirit, ziricon, apatit. Màu của granit thường do màu của fenpat quyết định có thể từ xám sáng đến hồng xám.

Granit thường có kiến trúc toàn tinh, cấu tạo đồng nhất, đặc chắc với thế nằm rất đa dạng : nền, nấm, mạch...

Ở miền Bắc Việt Nam, granit gặp ở vùng sông Chảy (tây Hà Giang), tây bắc Bắc Cạn, Sơn Dương (Tuyên Quang), Tĩnh Túc (Cao Bằng), Nậm Rốm (Điện Biên). Ở miền Nam, granit gặp ở vùng Nam Trung Bộ, Kon Tum.

Bảng I-4. Phân loại đá macma của D.S. Belianxki và V.I. Petrov

Thành phần		Đá xâm nhập	Đá phun trào	
Hoá học	Khoáng vật		Cổ	Mới
Đá loại axit (SiO_2 > 65%)	Fenpat kali, thạch anh, plagiocla, khoáng vật màu thẫm (biotit, hocblen, augit)	Granit	Pocfia thạch anh	Liparit
Đá loại trung tính (SiO_2 = 55÷65%)	Fenpat, plagiocla axit, một số ít khoáng vật màu thẫm (amfibon, mica)	Sienit	Pocfia octocla	Trachit
	Plagiocla trung tính, khoáng vật màu thẫm (amfibon)	Điorit	Pocfirit	Anđezit
Đá loại bazơ (SiO_2 = 45÷55%)	Plagiocla bazơ, khoáng vật màu thẫm (đôi khi là olivin)	Gabro	Điaba, pocfirit, augit	Bazan
Đá loại siêu bazơ (SiO_2 < 45%)	Augit, olivin, quặng	Peridotit	-	-
	Olivin, quặng	Đunit	-	-

Pocfia thạch anh và *liparit* là đá phun trào có cùng thành phần với granit, trong đó pocfia thạch anh là đá cổ hơn. Khoáng vật fenpat chiếm ưu thế, khoáng vật màu thẫm có biotit, amfibon, piroxen.

Màu của pocfia thạch anh thường nâu đỏ, nâu, có khi phớt lục. Liparit có màu trắng, xám, lục nhạt, vàng nhạt. Pocfia thạch anh có màu thẫm hơn và chắc hơn liparit. Pocfia thạch anh có kiến trúc pocfia điển hình.

Ở nước ta, liparit gặp ở Tam Lung (Lạng Sơn), Tam Đảo (Vĩnh Phúc), Phanxipăng, Than Uyên, Nghĩa Lộ, nam Hoà Bình, thượng nguồn sông Chảy và sông Chu, Kỳ Anh (Hà Tĩnh). Pocfia thạch anh có ở dọc đường Hữu Lũng đi Bản Thí (Lạng Sơn).

Đá loại trung tính phổ biến nhất là sienit, điorit (xâm nhập) ; pocfirit, pocfia octocla, trachit, anđesit (phun trào).

Sienit, pocfia octocla và trachit tạo thành một nhóm trong đó sienit là đá xâm nhập sâu còn pocfia octocla và trachit là đá phun trào. Sienit thành tạo từ nhiều khoáng vật có kích thước khac nhau. Khác với granit là không có thạch anh, lượng fenpat ít hơn và có nhiều khoáng vật màu thẫm hơn. Khoáng vật chủ yếu trong sienit là octocla hoặc microlin, plagiocla axit. Khoáng vật màu thẫm có biotit, một ít olivin. Màu của sienit thẫm hơn granit.

Trachit là đá phun trào mới, màu xám trắng, mặt vỡ xù xì có nhiều lỗ hổng. Pocfia octocla gọi là pocfia không có thạch anh thì màu thẫm hơn ; nó là loại phun trào cổ và khác với trachit như pocfia thạch anh khác với liparit.

Điorit, pocfirit và anđezit tạo thành nhóm đá trung tính thứ hai, trong đó điorit là đá xâm nhập sâu, pocfirit là đá phun trào cổ và anđezit là đá phun trào mới. Thành phần của điorit gồm có plagiocla trung tính (oligiocla, andezit) và hocblen, đôi khi có biotit. Màu xám, xám lục có khi xám sẫm và đen. Khoáng vật thứ sinh có apatit, manhetit. Trong điorit đôi khi còn gặp pirit.

Điorit có kiến trúc kết tinh điển hình, dạng tinh thể của plagiocla rất rõ. Điorit dạng mạch có kiến trúc pocfia.

Ở nước ta, thành phần của pocfirit và andezit gồm có: plagiocla trung tính, (khoáng vật màu thẫm như augit, hocblen hiếm gặp hơn). Pocfirit có màu lục thẫm, xám chặc hơn andezit. Đá có kiến trúc pocfia sienit, diorit gặp ở Phanxipăng, Piamia (Bắc Cạn), vùng tả ngạn thượng lưu sông Đà tới bắc Lai Châu, Tam Đảo, bắc Chợ Đồn, Điện Biên... Trachit có ở Khao-pum (giữa Phanxipăng và sông Đà)...Andezit có ở lưu vực sông Long Đại (Quảng Bình), Kỳ Anh (Hà Tĩnh), nam Bến Thuỷ, Nam Trung Bộ...

Đá loại bazơ là loại đá tương đối phổ biến, nhất là đá phun trào. Trong nhóm này có gabro là đá xâm nhập, còn điaba và bazan là đá phun trào. Giữa chúng không có sự khác nhau nhiều về thành phần hoá học nhưng khác nhau chủ yếu về kiến trúc.

Gabro có thành phần chủ yếu là plagiocla bazơ (labrado), khoáng vật màu thẫm (piroxen, amfibon, olivin), đôi khi có manhetit. Màu từ thẫm đến đen. Kiến trúc của gabro rất đa dạng. Thường có kiến trúc toàn tinh, trong đó các tinh thể plagiocla và piroxen phát triển rất rõ. Các hạt piroxen nằm ở khoảng trống giữa các tinh thể plagiocla. Các đá xâm nhập sâu có kiến trúc kết tinh hạt vừa và hạt lớn.

Gabro thường có cấu tạo khối, với các dạng thế nằm là dạng nền, dạng mạch.

Bazan và điaba có thành phần chủ yếu là plagiocla, augit có khi có olivin, manhetit. Màu từ xám thẫm đến đen. Điaba là loại đá cổ. Khác với bazan, điaba có khoáng vật clorit, do vậy điaba có màu đen lục.

Bazan thường có kiến trúc pocfia, trong đó các hạt plagiocla và augit kết tinh rất rõ. Điaba thường có kiến truc ẩn tinh, đôi khi có kiến trúc pocfia với các hạt tinh thể là plagiocla. Nhìn chung chúng có cấu tạo khối, có khối nứt hình lục lăng điển hình. Bazan có thể có cấu tạo lỗ hổng.

Bazan cùng với andezit là loại đá phun trào phân bố rộng rãi nhất ở trên mặt đất. Bazan và điaba nằm ở dạng lớp phủ, dạng mạch.

Ở nước ta có thể gặp gabro ở Bảo Hà, Trái Hút (Yên Bái), Nậm Rốm, Nậm Meng (Điện Biên), núi Chúa (Thái Nguyên), núi Srêna (Đà Lạt)... Bazan có ở Lâm Đồng, Đắc Lắc, Gia Lai (Tây Nguyên), Phủ Quỳ, Do Linh... Điaba gặp ở Chi Lăng (Lạng Sơn), An Lạc (Cao Bằng), vùng sông Đà, tây nam Kim Bôi (Hoà Bình), Cổ Định (Thanh Hoá).

Đá loại siêu bazơ ở thể xâm nhập có peridotit và đunit, còn ở thể phun trào thì chưa rõ.

Peridotit có thành phần là augit, olivin và một số ít khoáng vật quặng. Màu lục thẫm, nâu, nâu thẫm đến đen. Nếu chứa nhiều piroxen thì đá có tên là piroxenit. Kiến trúc toàn tinh.

Đunit có thành phần chủ yếu là olivin.

Ở nước ta, peridotit gặp ở vùng sông Mã, lưu vực sông Đà, Ba Vì, Thuận Châu (Tây Bắc). Piroxenit và đunit có ở Cổ Định (Thanh Hoá), Tạ Khoa (Tây Bắc).

§5. ĐÁ TRẦM TÍCH

Tất cả các loại đất đá khi lộ ra trên mặt đất (kể cả các đá macma rắn chắc) đều chịu tác động của các nhân tố quyển khí, quyển nước, quyển sinh vật. Kết quả là đá bị phá huỷ. Một bộ phận hoà tan tạo thành dung dịch, bộ phận khác tạo thành những mảnh vụn có kích thước khác nhau. Các vật liệu đó bị gió hoặc nước mang đi rồi tích tụ lại tạo thành đá trầm tích. Quá trình thành tạo đá trầm tích có thể chia làm ba giai đoạn :

Giai đoạn một, phá huỷ đá ban đầu và tạo nên các hạt vụn, dung dịch gọi là giai đoạn tạo vật liệu trầm tích.

Giai đoạn hai, dưới tác động của gió và dòng nước, vật liệu trầm tích được vận chuyển và tuyển lựa, được trầm đọng lại thành các lớp hạt vụn hoặc bùn sét hoặc kết tủa dung dịch - trầm tích mềm rời.

Giai đoạn ba, dưới tác dụng của áp lực, trọng lực và các dung dịch kết tủa trong nước, trầm tích mềm rời được nén chặt hoặc gắn kết lại thành đá, gọi là giai đoạn hoá đá của trầm tích.

Sau nữa đá trầm tích có thể tiếp tục bị biến đổi dưới tác dụng của nhiều nhân tố khác nữa, gọi là giai đoạn hậu sinh. Dưới tác dụng của nhiệt độ cao, áp lực lớn, đá không những được nén chặt mà tái kết tinh (biến chất) hoặc nóng chảy để tạo macma, hoặc khi đá bị bóc lộ ra ngoài khí quyển, đá sẽ bị phân huỷ, vỡ vụn, tạo thành dung dịch... (vật liệu trầm tích mới).

Dựa vào đặc tính vật liệu, đá trầm tích có thể chia ra làm 3 loại : trầm tích vụn, trầm tích sét, trầm tích sinh hoá.

Sự tích đọng các vật liệu mảnh vụn có kích thước khác nhau tạo nên trầm tích vụn hay trầm tích mềm rời. Khi trầm tích vụn được keo kết bởi ximăng thiên nhiên hay được nén chặt thì gọi là đá trầm tích vụn keo kết hay đá vụn rắn chắc.

Đá trầm tích sét đại bộ phận là thành tạo trong nước do kết tủa, ngưng keo hay do các đá khác bị phân huỷ hoá lý với thành phần chủ yếu là các khoáng sét. Còn đá trầm tích sinh hoá hình thành do tác dụng của sinh hoá hay do chính xác sinh vật tích đọng lại. Đặc trưng của loại này là có các di tích sinh vật xen kẹp lẫn lộn với trầm tích hoá học.

5.1. Thế nằm của đá trầm tích

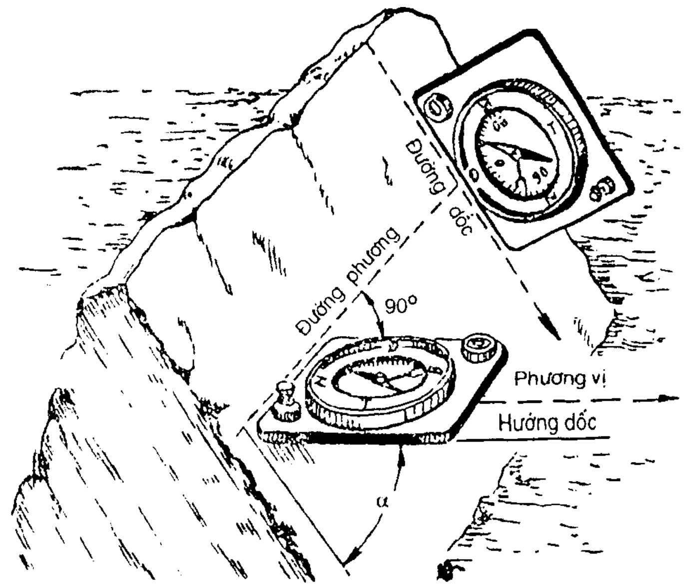
Khác với đá macma, quá trình hình thành đá trầm tích chịu ảnh hưởng rất lớn của trường trọng lực. Bởi vậy, thế nằm dạng lớp song song nằm ngang là dạng phổ biến đối với đá trầm tích; thế nằm này đặc trưng cho môi trường trầm tích đồng nhất và yên tĩnh. Lớp xiên chéo, lớp vát nhọn thường gặp trong trầm tích gió và trầm tích cửa sông. Ở nơi dòng nước uốn khúc thường hình thành thế nằm dạng thấu kính.

Các đá cổ, đã trải qua nhiều thời kỳ biến động kiến tạo thì thường có thế nằm dạng lớp song song nhưng nghiêng hoặc uốn nếp. Ở Việt Nam ta, đá trầm tích cổ trước kỷ Đệ Tứ đều bị nghiêng đảo đến mức độ nhất định. Đá càng cổ thì sự biến động càng lớn, các đá cổ

nhất thì sự biến động đã xoá nhoà cả hình dạng thế nằm ban đầu bởi các hệ thống khe nứt, đứt gãy kiến tạo... mà chúng ta sẽ xét kỹ ở chương II.

Trong thực tế, để xác định hướng nghiêng và độ nghiêng của tầng đá thường dùng khái niệm về đường hướng dốc và góc dốc. Đối với một tầng đá thì các yếu tố hình học của nó được xác định như sau :

Đường phương là giao tuyến của mặt tầng đá với mặt phẳng nằm ngang, đó là phương kéo dài của tầng (*hình I-10*). Vị trí đường phương trong không gian được xác định bằng góc phương vị đường phương.

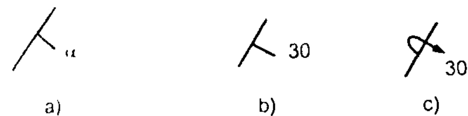


Hình I-10. *Đo các yếu tố thế nằm của tầng đá bằng địa bàn địa chất*

Đường dốc hay đường dốc nhất của tầng đá là nửa đường thẳng nằm trên mặt tầng đá, vuông góc với đường phương và có chiều quay về phía dốc xuống của tầng đá.

Vị trí đường dốc trong không gian được xác định bằng góc dốc α và góc phương vị hướng dốc β, tức là góc phương vị của hình chiếu đường dốc trên mặt phẳng ngang. Góc phương vị hướng dốc có thể thay đổi từ $0^0 \div 360^0$ và góc dốc thay đổi từ $0^0 \div 90^0$.

Các trị số α, β sau khi đo ở thực địa bằng địa bàn địa chất được ghi chép dưới dạng β ∠ α, ví dụ 120 ∠ 30; còn ở trên bản đồ địa chất được đặc trưng bằng ký hiệu riêng, ví dụ : 120 ∠ 30 và 120 ∠ 30 nghiêng đảo thể hiện như *hình I-11* và trong đó :



Hình I-11. *Biểu thị các yếu tố thế nằm tầng đá trên bản đồ địa chất*

- Phương và chiều của nửa đường thẳng chỉ hướng dốc của tầng đá được xác định theo trị số β;
- Đoạn thẳng biểu diễn đường phương của tầng đá và vuông góc với hướng dốc;
- Góc dốc α của tầng đá được ghi ở cuối nửa đường thẳng chỉ hướng dốc của tầng đá bằng con số không có đơn vị.

5.2. Thành phần khoáng vật đá trầm tích

Trong đá trầm tích có thể có đủ tất cả các loại khoáng vật đã biết, nhưng trong một loại đá thì thường đơn giản và đồng nhất. Về đại thể đá trầm tích có các khoáng vật sau :

1. Khoáng vật nguyên sinh, tức là các mảnh đá hay khoáng vật do phong hóa cơ học các loại đá có từ trước. Chúng là thành phần chủ yếu của đá trầm tích vụn (cuội, sỏi, cát). Trong đó phổ biến hơn cả là thạch anh, sau đến fenpat, ziacon, tuamalin, apatit...

2. Khoáng vật thứ sinh thành tạo từ các khoáng vật nguyên sinh bị phân huỷ hoá học như các khoáng vật sét.

3. Khoáng vật thuần tuý của đá trầm tích, hình thành do sự lắng đọng của dung dịch thật, sự ngưng keo có hay không có sự tham gia trực tiếp hay gián tiếp của sinh vật, như thạch cao, muối mỏ, glauconit, opan... Chúng không có hoặc có rất ít trong đá macma nhưng lại là thành phần chủ yếu của đá trầm tích hoá học và sinh vật, là ximăng gắn kết trong đá trầm tích vụn cơ học.

Nhìn chung khoáng vật của đá trầm tích ổn định đối với phong hoá hơn các khoáng vật của macma. Đối với tính chất xây dựng của loại trầm tích mềm rời, khoáng vật sét có vai trò quan trọng. Sự có mặt của nó làm cho đất có nhiều đặc tính riêng như : tính dẻo, dính, nở, ép co rất lớn, tính thấm nước nhỏ; đặc biệt khi thay đổi lượng nước hấp thụ, cường độ của đất thay đổi rất nhiều lần.

Đối với đá trầm tích, ngoài thành phần hạt khoáng vật ta cần chú ý tới các tạp chất và ximăng. Sự có mặt của tạp chất có ý nghĩa quan trọng đối với trầm tích cacbonat, còn thành phần ximăng có ý nghĩa lớn đối với trầm tích vụn keo kết. Tạp chất silit, đolomit sẽ làm tăng cường độ, giảm tính hoà tan của đá vôi, còn sét làm giảm tính hoà tan đồng thời cũng làm giảm cường độ của đá này. Đá vôi chứa sét dễ hoá mềm khi tác dụng với nước. Chất keo silit trong trầm tích vụn cơ học là chất gắn kết bền chắc nhất, sau đến cacbonat và oxit sắt ; còn thạch cao và sét là chất gắn kết yếu nhất.

5.3. Kiến trúc và cấu tạo đá trầm tích

Kiến trúc của đá trầm tích rất nhiều vẻ. Trong đá trầm tích có đủ các loại liên kết : liên kết kết tinh ở đá trầm tích hoá học, liên kết ximăng ở loại trầm tích vụn gắn kết, liên kết nước ở loại trầm tích mềm rời. Đối với trường hợp liên kết kết tinh, người ta phân loại kiến trúc dựa vào mức độ kết tinh, tương tự như đá macma, cho nên không cần trình bày lại nữa.

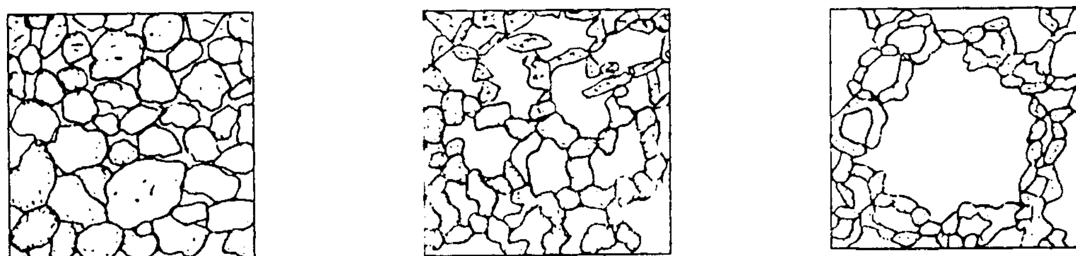
Tính chất xây dựng của loại đá trầm tích vụn cơ học (gắn kết và chưa gắn kết) được quyết định bởi kích thước của hạt. Tên của loại kiến trúc được gọi theo tên của cỡ hạt đó (*bảng I-5*).

Bảng I 5. Phân loại kiến trúc dựa vào kích thước hạt của đá trầm tích vụn cơ học

Tên gọi các hạt vụn	Đường kính hạt (mm)	Loại kiến trúc
Đá hộc, đá lăn	>200	Kiến trúc hòn lớn
Dăm, cuội	200 – 20	Kiến trúc hạt dăm (cuội)
Sạn, sỏi	20 – 2	Kiến trúc hạt sạn (sỏi)
Cát	2 – 0,05	Kiến trúc hạt cát
Hạt bột	0,05 – 0,005	Kiến trúc hạt bột
Hạt sét	<0,005	Kiến trúc hạt sét

Trong cùng một loại kích thước còn chia ra loại tròn cạnh: đá lăn, cuội, sỏi và góc cạnh: đá hộc, dăm, sạn. Độ mài tròn và hình dạng hạt được quyết định bởi hình dạng, tính chất của khoáng vật, của đá ban đầu, tác dụng mài tròn của nước, của gió...

Sự hình thành kiến trúc của trầm tích mềm rời, thường gọi là đất, như sau: Đối với các hạt có kích thước lớn (>0,05 mm), sự chìm lắng tự do nên kiến trúc hạt đơn giản *(hình I-12a)*. Lực tác dụng tương hỗ giữa các hạt trong trường hợp này nhỏ hơn nhiều so với trọng lượng của nó. Đối với các hạt nhỏ, do hiện tượng bề mặt và các lực tương hỗ khác, lực dính ở các điểm tiếp xúc giữa các hạt lớn hơn nhiều lần trọng lượng hạt, thì khi chìm lắng tạo nên *kiến trúc tổ ong* hay kiến trúc lỗ chỗ (*hình I-12b*) rất phức tạp, trong đó thể tích các khoảng trống lớn hơn thể tích hạt rất nhiều.



Hình I-12. *Các dạng kiến trúc cơ bản của đất*
a) Hạt ; b) Tổ ong; c) Bông.

Nếu kích thước các hạt nhỏ hơn 1micron (0,001 mm), chúng sẽ có tính chất của các hạt keo. Trong môi trường nước chúng ở trạng thái huyền phù, khi gặp chất điện giải trung hoà điện tích của chúng (ví dụ như khi nước sông được pha trộn với nước biển), lực đẩy giữa các hạt giảm đi, các hạt xích lại gần nhau, chạm và dính vào nhau rồi chìm lắng xuống, hình thành *kiến trúc dạng bông* rất điển hình (*hình I-12c*).

Kiến trúc của đất thiên nhiên, đặc biệt là đất sét, rất phức tạp, thường có sự tham gia của các hạt khoáng, các chất keo, các chất dính kết hữu cơ... A. Catagran đã đưa ra mẫu kiến trúc của đất sét biển (*hình I-13*), giữa các hạt bùn tương đối lớn có các hạt sét và các đám bông hạt keo tạo nên kiến trúc tổ ong. Tại chỗ các hạt bùn gần nhau các đám bông hạt keo khá chặt.



Hình I-13. *Kiến trúc của đất sét biển*
1. Hạt sét ; 2. Hạt keo.

Sự hình thành các loại kiến trúc của trầm tích vụn gắn kết có liên quan đến sự lắng đọng các chất gắn kết (ximăng) trong lỗ hổng giữa các hạt của đá. Dựa vào hình thức gắn kết, người ta chia ra các loại gắn kết sau (*hình I-14*):

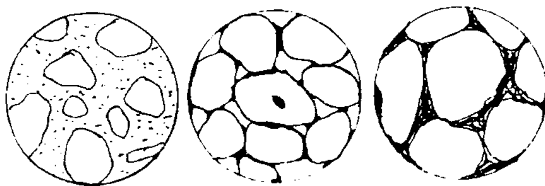
Gắn kết cơ sở: các hạt nằm trong chất gắn kết không tiếp xúc với nhau (các hạt đóng vai trò chất độn). Cường độ và tính chất của đá chủ yếu quyết định bởi cường độ và tính chất của ximăng.

Gắn kết lấp đầy : các hạt tiếp xúc nhau, lỗ hổng giữa các hạt được lấp đầy bằng các chất gắn kết.

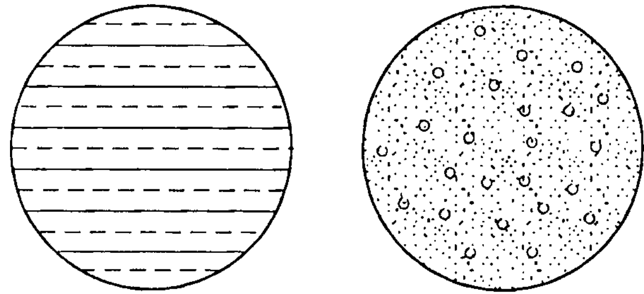
Gắn kết tiếp xúc : các chất gắn kết chỉ có ở chỗ tiếp xúc giữa các hạt; trong đá có nhiều lỗ hổng.

Gắn kết lấp đầy là loại gắn kết có cường độ tốt nhất. Khả năng gắn kết còn phụ thuộc hình dạng, đặc trưng bề mặt của hạt. Khi hạt góc cạnh, mối liên kết với ximăng chặt chẽ hơn.

Cấu tạo của đá trầm tích phổ biến có các dạng : khối, dòng và phân lớp (*hình 1-15*).



Hình 1-14. *Kiến trúc của trầm tích vụn keo kết*
a) Gắn kết cơ sở ; b) Gắn kết tiếp xúc ;
c) Gắn kết lấp đầy.
1. Ximăng gắn kết ; 2. Hạt ; 3. Lỗ hổng



Hình 1-15. *Cấu tạo của đá trầm tích*
a) Cấu tạo lớp ; b) Cấu tạo khối.

Cấu tạo khối là cấu tạo có các hạt tạo đá sắp xếp lộn xộn. Loại này rất phổ biến trong đá vụn cơ học (cát kết...). Chúng hình thành do trầm tích lắng đọng nhanh, vật liệu vận chuyển tới liên tục, nước luôn luôn bị khuấy động. Cấu tạo này làm cho đá đồng nhất, bền vững.

Cấu tạo dòng khi các hạt sắp xếp, định hướng theo phương dòng chảy, hướng gió... Đá trầm tích có tính dị hướng.

Cấu tạo lớp là cấu tạo đặc trưng nhất của đá trầm tích. Các lớp có thể khác nhau về thành phần khoáng vật, thành phần hạt, các tạp chất...phát sinh do sự thay đổi trầm tích có chu kỳ hoặc do tích tụ gián đoạn. Ví dụ như trầm tích thay đổi theo mùa : về mùa lũ, nước sông mang đến các hạt lớn (cuội, sỏi...) ; còn mùa khô, các hạt nhỏ hơn (sét, cát...). Kết quả là sẽ hình thành các lớp sét, cát, sỏi... xen kẽ nhau.

Độ dày của lớp không đồng đều, có khi tới hàng mét, thậm chí tới hàng trăm mét và ngay trong một lớp cũng có sự thay đổi rất đáng kể.

Theo mặt lớp thường có khe nứt gọi là khe nứt mặt lớp, còn nếu không có khe nứt thì sự gắn kết giữa hai lớp cũng yếu.

Trên mặt lớp và trong lớp thường gặp các vết gợn sóng, vết hằn của sinh vật, xác sinh vật đã được hoá đá (hoá thạch). Đó là đặc điểm quan trọng của đá trầm tích, dùng để phân biệt với các loại đá khác (mácma, biến chất...). Căn cứ vào hoá thạch, ta có thể xác định được khoảng thời gian địa chất đã hình thành nên lớp trầm tích đó cũng như vị trí và hoàn cảnh thành tạo (sông, hồ, biển, trầm tích gần bờ, xa bờ, điều kiện khí hậu...).

5.4. Phân loại đá trầm tích và đặc tính của một số đá trầm tích

Hiện nay có rất nhiều cách phân loại đá trầm tích và với nhiều mức độ chi tiết khác nhau. Theo nguồn gốc và điều kiện hình thành, người ta chia đá trầm tích ra làm ba loại là trầm tích vụn cơ học, trầm tích sét và trầm tích sinh hoá. Trầm tích sét có vị trí trung gian giữa hai loại trầm tích trên, ở đây được xếp vào trầm tích vụn cơ học để mô tả.

1. Đá trầm tích vụn cơ học và sét

Cơ sở để phân loại đá trầm tích vụn cơ học là : kích thước, hình dạng hạt, sự gắn kết giữa chúng (*bảng I-6*).

Trầm tích mềm rời là trầm tích chưa được gắn kết và hoá đá. Trong trầm tích mềm rời người ta chia ra trầm tích mềm rời không dính như cuội, sỏi, cát... và trầm tích mềm rời dính như đất sét pha, đất sét...

Trong thiên nhiên, trầm tích mềm rời bao gồm nhiều cỡ hạt khác nhau. Theo phạm vi biến đổi đường kính hạt người ta tập hợp các hạt thành từng nhóm. Kích thước hạt giới hạn để phân chia các nhóm hạt dựa trên cơ sở thực nghiệm.

Bảng I-6. Phân loại đá trầm tích vụn cơ học

	Trầm tích mềm rời		Trầm tích gắn kết
Hạt thô	tròn cạnh	cuội, sỏi	cuội (sỏi) kết
	góc cạnh	dăm, sạn	dăm (sạn) kết
Hạt cát	cát		cát kết
Hạt bột	đất bột		bột kết
Hạt sét	đất sét		sét kết

Cùng nhóm kích thước thì có cùng tính chất vật lý và xây dựng ; khác nhóm tính chất thay đổi rõ rệt (*xem bảng I-7*).

Đặc điểm của nhóm hạt theo tài liệu thực nghiệm như sau :

Nhóm hạt sỏi bao gồm các hạt có đường kính lớn hơn 2mm. Giữa các hạt không hình thành nước mao dẫn. Có tính thấm lớn. Chúng do nhiều khoáng vật hoặc vụn đá tạo thành.

Nhóm hạt cát có đường kính hạt từ 2 đến 0,05*mm*. Có hiện tượng mao dẫn. Tính thấm và thoát nước tốt. Cát thường là các hạt khoáng vật đơn độc, ít khi là vụn đá.

Nhóm hạt bột có đường kính hạt trong phạm vi 0,05 ÷ 0,005*mm*. Nếu trong nhóm hạt cát có thêm hạt bột vào thì tính thấm giảm đi rõ rệt, chiều cao mao dẫn tăng lên, xuất hiện tính dính. Nhóm hạt bột có tính thấm nhỏ, thoát nước khó. Khi ở trạng thái hạt khô thì tính liên kết rất yếu. Không nở trong nước hoặc nở rất ít, dễ tan rã.

Nhóm hạt sét có rất nhiều hạt keo của khoáng vật sét như kaolinit, monmorilonit... Vì vậy nhóm này có nhiều đặc tính của knoáng vật sét.

Giữa kích thước hạt và thành phần khoáng vật có mối liên quan chặt chẽ. Theo N.M.Strakhov và N.B. Vaxeevit (1992) thuộc nhóm > 1 ÷ 2*mm* hầu hết là các vụn đá, thuộc nhóm < 0,005mm chủ yếu là mảnh vụn muscovit và khoáng vật sét; còn nhóm 2 ÷ 0,005*mm* tập trung các khoáng vật phi sét. Các khoáng vật dễ bị phong hoá hoá học như fenpat, biotit thường chỉ thấy trong đá kiến trúc hạt lớn. Trong khi đó các khoáng vật sét có tính ổn định hoá học cao, nên có thể ở dạng phân tán cao nhất.

Dưới đây ta mô tả một số loại đất đá trầm tích.

Cuội, sỏi : Đại bộ phận chúng là mảnh vỡ vụn của đá macma, đá biến chất và đá trầm tích. Có rất nhiều hình dạng khác nhau và thường được mài tròn cạnh.

Cuội sỏi thường nằm thành lớp, thấu kính, tầng nghiêng. Hay gặp ở các lũng sông suối miền núi.

Bảng I-7. Bảng phân nhóm theo đường kính hạt

Nhóm hạt		Kích thước hạt (mm) Việt Nam	Kích thước hạt (mm) Mỹ
Đá lăn, đá hộc	lớn		
		800	
	vừa		
		400	
	nhỏ		
		200	256
Dăm (góc cạnh), cuội (tròn cạnh)	rất lớn		
		100	
	lớn		64
		60	
	vừa		
		40	
	nhỏ		
		20	
Sạn (góc cạnh) sỏi (tròn cạnh)	thô		
		10	
	vừa		
		5	4
	nhỏ		
		2	2
Cát	thô		
		0,5	
	vừa		
		0,25	
	nhỏ		
		0,10	
	mịn		0,0625
		0,05	
Bột	thô		
		0,01	
	nhỏ		
		0,005	
Sét			0,0039
		0,002	
keo			

Tính ép co của cuội, sỏi nhỏ, vì vậy đập, cống... có thể xây dựng trực tiếp trên nền cuội, sỏi. Nhưng nó có tính thấm nước lớn, cho nên cần có biện pháp chống thấm cho công trình.

Cuội, sỏi còn dùng làm vật liệu xây dựng như trộn bê tông, làm tầng lọc, rải đường...

Cát : Thành phần khoáng vật chủ yếu là thạch anh, ngoài ra có manhetit, mica, fenpat... Màu của cát thường trắng, xám, nâu. Hạt có thể mài tròn hay sắc cạnh. Căn cứ vào lượng phần trăm (tính theo trọng lượng cát khô) của một số cỡ hạt có thể chia ra các loại sau :

Tên đất	Tiêu chuẩn phân loại		
Cát, sỏi	Trọng lượng hạt lớn hơn 2*mm*	chiếm hơn	25%
Cát thô	- 0,5*mm*	chiếm hơn	25%
Cát vừa	- 0,25*mm*	chiếm hơn	50%
Cát nhỏ	- 0,10*mm*	chiếm hơn	75%
Cát bột	- 0,10*mm*	ít hơn	75%

Về nguồn gốc cát là trầm tích cơ học do nước và gió vận chuyển và tích đọng lại mà thành. Độ lỗ rỗng lớn thường từ 36 ÷ 40%. Khi bị khô, ướt thể tích hầu như không bị thay đổi. Tính thấm nước và thoát nước khá lớn. Tầng cát thường là tầng chứa nước dưới đất rất tốt. Khi tăng tải trọng, cát bị nén chặt nhanh nhưng độ lún không lớn. Cát khô bị chấn động lún rõ rệt, vì vậy nền cát không thích hợp với công trình có chấn động như trạm bơm, nhà máy thuỷ điện.

Cát bão hoà nước dễ sinh hiện tượng cát chảy, đặc biệt khi trong cát có chứa nhiều hạt sét, hạt bột. Cát chảy gây trở ngại lớn cho thi công hố móng, kênh dẫn...

Cát dùng làm vật liệu xây dựng thì ngoài kích thước, hình dạng, thành phần khoáng vật của hạt còn cần chú ý các tạp chất chứa trong cát. Ví dụ như cát dùng làm bêtông tốt phải là cát hạt không đều, hạt có góc cạnh ; không lẫn sét, oxit sắt và mica.

Đất cát pha : Có lượng hạt sét từ 2 ÷ 10%. Đã có một ít tính dính. Tính thấm nước không lớn. Độ cao mao dẫn khoảng 1,5m. Khi đất cát pha có thành phần hạt bột trên 30% thì phát sinh hiện tượng bùn nhão khi gặp nước và bụi tơi khi khô. Đất cát pha có thể sinh ra hiện tượng đất chảy.

Đất sét pha : Có lượng hạt sét từ 10 ÷ 30%. Đã có đặc tính của nhóm hạt sét ở một trình độ nhất định. Tính dẻo tương đối lớn. Tính thấm nước nhỏ, có thể dùng làm tường chống thấm trong đập hay làm vật liệu đắp. Tính ép co so với cát tăng lên rõ rệt. Đất sét pha thường gặp ở đồng bằng, ven hồ, lũng sông thoải hoặc cửa sông.

Đất sét là loại đất phân bố rộng rãi trên mặt đất. Cỡ hạt nhỏ hơn 0,005*mm* chiếm trên 30%. Khoáng vật trong đất phần lớn là loại khoáng vật sét như kaolinit, ilit, monmorilonit ; ngoài ra còn có thạch anh, mica, clorit, opan, oxit sắt, thạch cao... Trong đất sét có thể gặp các vật chất hữu cơ phân tán (mùn, bitum...), xác sinh vật.

Đất sét có nhiều màu khác nhau : trắng, vàng, xám đen... phụ thuộc vào màu của tạp chất (oxit sắt, chất hữu cơ).

Đại đa số đất sét được hình thành ở hồ, đầm lầy và ở cửa sông. Ban đầu, khi vừa trầm đọng, thì ở trên mặt hạt sét có hấp phụ một màng nước tương đối dày và một số ion. Trầm tích này kết cấu mềm yếu ; độ lỗ rỗng rất lớn có thể đạt tới 50 ÷ 70%, và trong lỗ rỗng chứa đầy nước, gọi là bùn đọng. Bùn qua nén chặt, sẽ thoát nước, dần hình thành đất sét. Một số loại đất sét là sản phẩm phong hoá của đá macma và biến chất, đó là sét tàn tích (xem chương VIII).

Đất sét có tính dẻo, tính dính, tính trương nở và ép co rất lớn ; nhưng tính tan rữa chậm hơn đất bột. Ở mức độ nhất định, đất sét có đặc điểm của hệ keo như trao đổi ion, tính hấp

phụ, tính ngưng tụ và xúc biến. Các đặc tính này của đất sét có ý nghĩa quan trọng đối với việc xây dựng công trình. Lợi dụng tính trao đổi ion có thể làm thay đổi một vài tính chất vật lý, xây dựng của đất. Ví dụ, ở Liên Xô (cũ), khi xây dựng một kênh giao thông, người ta đã làm cho dung dịch bão hoà Na^+ chảy hai bên mái kênh, để đất thu hút các ion Na^+, do đó giảm tính thấm nước của kênh.

Tính thấm nước của đất sét rất nhỏ, trong thực tế có thể coi như không thấm, vì vậy đất sét thường được dùng làm vật liệu chống thấm như tường tâm, tường nghiêng... Công trình xây dựng trên nền đất sét có khả năng lún nhiều và lún lâu dài. Ví dụ như tháp Pidơ (Ý) bị lún và lún lệch tâm kéo dài trên 800 năm, cho đến nay còn chưa chấm dứt.

Trầm tích gắn kết là trầm tích đã hoá đá. Dựa vào hàm lượng của các cỡ hạt người ta chia đá trầm tích gắn kết ra các loại sau :

Cuội kết, dăm kết là loại trầm tích vụn đã được gắn kết ; trong đó các hạt có đường kính lớn hơn 2*mm* chiếm trên 50% ; loại tròn cạnh là cuội kết, còn loại góc cạnh là dăm kết.

Dăm kết thường có nguồn gốc phá huỷ kiến tạo, nên đa số có thành phần của hạt và ximăng giống nhau, sự phân bố của nó có liên quan tới các đới phá huỷ đứt gãy (xem chương II).



Hình I-16. *Đá trầm tích uốn nếp*

Cuội kết thì thường do nhiều loại vụn đá hoặc khoáng vật kết thành. Vật chất gắn kết thường thấy là sét, vôi, silit, oxit sắt.

Cát kết (sa thạch) là loại đá do cát gắn kết lại mà thành; cỡ hạt có đường kính 2,0 ÷0,1*mm* chiếm trên 50%. Căn cứ vào hàm lượng các cỡ hạt chiếm ưu thế còn chia ra cát kết hạt thô (kích thước hạt trên 0,5*mm*), cát kết hạt vừa (0,5 ÷ 0,25*mm*) và cát kết hạt nhỏ (dưới 0,25*mm*). Ngoài ra, căn cứ vào thành phần khoáng vật tạo đá, hoặc thành phần ximăng gắn kết mà có các tên gọi sau : cát kết thạch anh, cát kết ximăng vôi, cát kết có thành phần phức tạp... Chất gắn kết có thể là vôi, silit...

Trong thiên nhiên, cát kết có thể tạo thành các lớp dày hoặc thấu kính. Ở nước ta cát kết rất phổ biến, có thể gặp ở nhiều nơi như Hà Bắc (cũ), Lạng Sơn, Thanh Hoá, dãy Trường Sơn...

Bột kết (aleurolit) là đá vụn kết mà các hạt có đường kính 0,1 ÷ 0,005*mm* chiếm trên 50%. Phân bố khá rộng rãi trong các loại đá trầm tích cơ học. Tính chất giống như cát kết nhưng cường độ nhỏ hơn. Bột kết thường thấy ở các vùng phân bố cát kết ; nó nằm ở dạng chuyển tiếp từ cát kết sang sét kết.

Sét kết (acgilit) là do đất sét thoát nước kết chặt sít lại và thường tạo thành các lớp mỏng. Căn cứ vào thành phần có thể có các loại : sét kết vôi, sét kết sắt, sét kết silit.

Trong trầm tích gắn kết thì sét kết là loại mềm yếu nhất chỉ có sét kết silit là có cường độ tương đối cao hơn. Xây dựng công trình thủy công ở vùng sét kết cần đặc biệt chú ý đến tính hoá mềm của đá khi bị ngâm nước. Một số đá sét kết sau khi ngâm nước vài ngày có thể biến thành bùn nhão, cường độ giảm đi rất nhiều, ví dụ như sét vôi.

Ở nước ta, sét kết cũng là loại đá hết sức phổ biến, phân bố ở cả Bắc, Trung, Nam.

2. Đá trầm tích sinh hoá

Người ta phân loại đá trầm tích sinh hoá theo thành phần hoá học (xem *bảng I-8*) và phổ biến là các loại đá sau đây :

Bảng I-8. Phân loại đá trầm tích sinh hóa chủ yếu

Tên các loại trầm tích	Thành phần chủ yếu	Tên các đá chủ yếu
Oxit nhôm, sắt	Ooxít nhôm chứa nước	Laterit, bauxit
Silit	Oxit silit	Điatomit, opan
Fotforit	Fotfat	Đá fotfat (apatit)
Cacbonat	Cacbonat canxi	Đá vôi, đá vôi vỏ
	Cacbonat magiê	Đolomit
Sunfat và halogenua	Sunfat, Ca, Mg và halit	Thạch cao, anhiđrit, muối mỏ, muối kali
Than, bitum	Cacbon, cacbua hiđro	Than bùn, sét chứa dầu

Đá vôi có thể là trầm tích hoá học hay là xác của sinh vật tích tụ lại và thường có cấu tạo đặc sít hoặc tinh thể rất nhỏ. Thành phần chủ yếu là canxit, rồi đến đolomit. Về tạp chất có manhetit, thạch anh, sét, pirit... Dựa vào thành phần tạp chất có thể chia ra : đá vôi silic, đá vôi bùn, đá vôi sắt. .

Màu của đá vôi phần nhiều là xám sẫm, xám nhạt, vàng xám... phụ thuộc vào màu của tạp chất.

Loại đá vôi trứng cá nguồn gốc hoá học. Mỗi "trứng cá" là một hạt $CaCO_3$ có cấu tạo đồng tâm. Chất gắn kết chủ yếu cũng là $CaCO_3$. Cường độ chịu nén của đá vôi trứng cá tương đối nhỏ. Đá dễ bị phong hoá.

Đá vôi vỏ, đá vôi san hô thuộc nguồn gốc sinh vật.

Đa số có cường độ chịu nén cao (trừ đá vôi vỏ). Ở nước ta, đá vôi vỏ ở Diễn Châu (Nghệ An) tạo thành các lớp dày hàng mét.

Trong đá vôi thường phổ biến là loại hỗn hợp nhiều vật liệu khác nhau. Đặc trưng cho loại này có đá vôi chứa sét, đá vôi đolomit.

Đá vôi chứa sét tạo thành do hỗn hợp canxit và sét; có khi còn lẫn đolomit, silit, opan, gloconit. Sự trầm tích đồng thời vật liệu cacbonat và sét đưa đến hình thành nhóm đá vôi chứa sét có hàm lượng canxit khác nhau như *bảng I-9* dưới đây.

Bảng I-9. Các loại đá vôi chứa sét

Tên đá	Hàm lượng $CaCO_3$ (%)
Sét vôi	5 ÷ 25
Macnơ	25 ÷ 50
Vôi sét	50 ÷ 75
Đá vôi	75 ÷ 100

Đá vôi chứa đolomit trên 50% thì gọi là đá đolomit. Căn cứ vào tỷ lệ hàm lượng của canxit và đolomit, ta có một số đá trung gian sau (xem *bảng I-10).*

Bảng I-10. Các loại đá vôi chứa đolomit

Tên đá	Hàm lượng (%)	
	Canxit - $CaCO_3$	Đolomit - $CaCO_3 . MgCO_3$
Đá vôi	100 ÷ 95	0 ÷ 5
Đá vôi đôlomit	95 ÷ 50	5 ÷ 50
Đá đolomit vôi	50 ÷ 5	50 ÷ 95
Đá đolomit	0 ÷ 5	95 ÷ 100

Đặc điểm của đá vôi và đolomit rất giống nhau. Trong đolomit thường có lẫn thạch cao, anhiđrit, thạch anh, opan... Phân biệt đá vôi với đolomit ở ngoài trời tương đối khó, thường căn cứ vào hiện tượng đolomit không sủi bọt với HCl 10% khi nguội, mà chỉ tác dụng khi axit được đun nóng hay đolomit được tán thành bột.

Đá vôi thuộc loại đá có cường độ lớn, nhưng lại dễ bị nước hoà tan, để lại các hang hốc, khe rãnh (hiện tượng karst) sẽ gây khó khăn cho thi công móng công trình ngầm và gây nguy cơ mất nước cho hồ chứa. Đá vôi là một loại vật liệu xây dựng quan trọng để rải đường, lát mái đập, xây móng...

Ở nước ta, đá vôi phân bố khá rộng rãi tạo nên các dải núi lớn ở khu Đông Bắc (dãy Bắc Sơn, Quảng Uyên, Đồng Văn) ; khu Tây Bắc kéo dài từ Sơn La, Mộc Châu, qua Hoà Bình về tới Thanh Hóa. Ngoài ra còn có rải rác ở Nghệ An, Quảng Bình... Ở miền Nam có ít hơn, chỉ thấy ở cực tây Nam Bộ.

§6. ĐÁ BIẾN CHẤT

Đá biến chất là do đá trầm tích hay đá macma dưới tác dụng của nhiệt độ cao, áp lực lớn hay do các phản ứng hoá học với macma, bị biến đổi mãnh liệt về thành phần, tính chất mà

thành. Trong thực tế, các nhân tố gây biến chất đồng thời tác dụng, nhưng dựa vào nhân tố chủ yếu có thể chia ra :

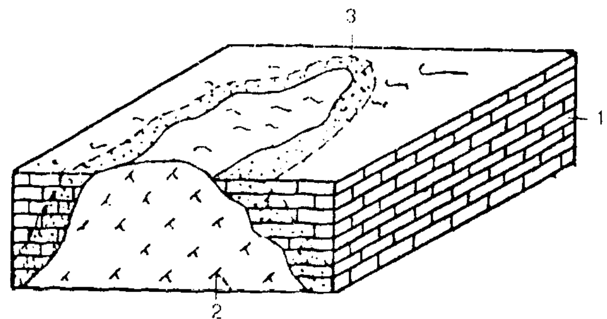
Biến chất tiếp xúc xảy ra ở khu vực tiếp giáp giữa khối macma nóng chảy với đá vây quanh. Nhiệt độ, khí, thành phần dung nham... làm biến đổi cơ bản thành phần và tính chất của đá kề nó. Nếu sự biến đổi đó chỉ do nhiệt độ cao của macma thì gọi là biến chất tiếp xúc nhiệt, nhưng thường là quá trình biến chất tiếp xúc trao đổi.

Biến chất động lực xảy ra do tác dụng của áp lực cao sinh ra trong quá trình kiến tạo làm cho đất đá bị mất nước, giảm độ rỗng, liên kết chặt hơn.

Biến chất khu vực là loại biến chất xảy ra ở dưới sâu dưới tác dụng đồng thời của áp lực lớn và nhiệt độ cao. Như chúng ta đã biết, càng xuống sâu, áp lực và nhiệt độ của quả đất càng tăng lên, do vậy tác dụng biến chất này sẽ tăng dần theo chiều sâu và ở độ sâu lớn hơn $6 \div 8km$ thì thể hiện rất rõ rệt, có thể xuất hiện "nóng chảy" cục bộ trong đá.

6.1. Thế nằm của đá biến chất

Đá biến chất có dạng thế nằm giống với đá ban đầu đã tạo nên nó: dạng lớp của đá trầm tích, dạng nấm, dạng mạch của đá macma... Đá biến chất tiếp xúc có dạng thế nằm riêng, nó thường ở dạng các vành đai có các mức độ biến chất khác nhau bao quanh khối macma gây ra biến chất (*xem hình I-17*). Do vậy nó có thể gây ra sự không đồng nhất về các tính chất vật lý, cơ học.



Hình I-17. Dạng thế nằm của đá biến chất tiếp xúc
1. Đá trầm tích; 2. Đá macma ; 3. Đá biến chất.

6.2. Thành phần khoáng vật của đá biến chất

Thành phần khoáng vật của đá biến chất gần giống với thành phần khoáng vật của đá macma. Trong chúng cũng phổ biến các loại khoáng vật như : thạch anh, fenpat, piroxen, amfibon, mica... Ngoài ra có thể gặp các khoáng vật mà trong đá macma rất hiếm hoặc không có, như : granat, disten, andalusit, cocdierit, clorit... Trong đá biến chất, đóng vai trò lớn là những khoáng vật mà ở trong đá macma là thứ sinh như clorit, cacbonat, epidot... Đó là các khoáng vật đặc trưng để phân biệt đá biến chất với các đá khác.

Trong quá trình biến chất, hiđrat dạng keo và các hợp chất giàu nước, bền vững trong điều kiện trên mặt đất sẽ mất nước, biến thành khoáng vật không chứa nước hay nghèo nước, ví dụ như limonit và hidroxit sắt biến thành hemantit và manhetit; linhit và antraxit thành grafit ; silicat nhôm ngậm nước và các hiđroxit sắt (thành phần chủ yếu tạo nên đất sét) biến thành các khoáng vật như granat, mica, silicat alumin đơn giản. Trong điều kiện mới, nhìn chung các khoáng vật trên có xu hướng mất nước, giảm nhỏ thể tích, vì vậy trọng lượng riêng lớn lên.

Nhìn chung, các khoáng vật của đá biến chất có cường độ cao, nhưng kém ổn định đối với tác dụng phong hoá ; một số khoáng vật do có tinh thể dạng tấm, dạng vảy hoặc có tính trơn trượt đã làm giảm nhiều cường độ của đá biến chất.

6.3. Kiến trúc và cấu tạo của đá biến chất

Kiến trúc của đá biến chất có các loại sau :

Kiến trúc biến tinh: Các khoáng vật của đá ban đầu có thể được kết tinh (trường hợp biến chất từ đá trầm tích gắn kết) hoặc tái kết tinh (đối với đá macma và trầm tích hoá học). Sự kết tinh này của khoáng vật xảy ra ở trạng thái cứng. Còn khi ở nhiệt độ cao nhất thời có thể xuất hiện các vùng nóng chảy cục bộ rồi sau đó xảy ra sự kết tinh và sắp xếp lại các tinh thể khoáng vật, có thể có khoáng vật mới xuất hiện, gọi là hiện tượng kết tinh do tái nóng chảy biến tinh.

Sự phân loại gọi tên kiến trúc kết tinh ở đây cũng giống như đối với đá macma và để phân biệt, tất cả các tên gọi kiến trúc đều có thêm chữ "biến tinh". Ví dụ như : kiến trúc hạt biến tinh đều, hạt biến tinh không đều.

Ở đá biến chất, trong nhiều trường hợp, mối liên kết cũng như mạng lưới tinh thể là chưa hoàn chỉnh, vì thế liên kết các hạt kém bền vững so với đá macma.

- *Kiến trúc milonit:* đặc trưng cho đá biến chất động lực. Do tác dụng của lực ép kiến tạo, đá bị nghiền nát vụn và có thể được các khoáng vật khác gắn kết lại. Loại kiến trúc này thường kém ổn định với nước. Đá có kiến trúc milonit khi gặp nước rất mau bị tan rữa.

- *Kiến trúc vảy:* đặc trưng cho đá có khoáng vật ở dạng vảy, dạng phiến được định hướng theo một phương nào đó. Kiến trúc này đặc trưng cho các loại đá phiến và thường kém ổn định khi chịu phong hoá.

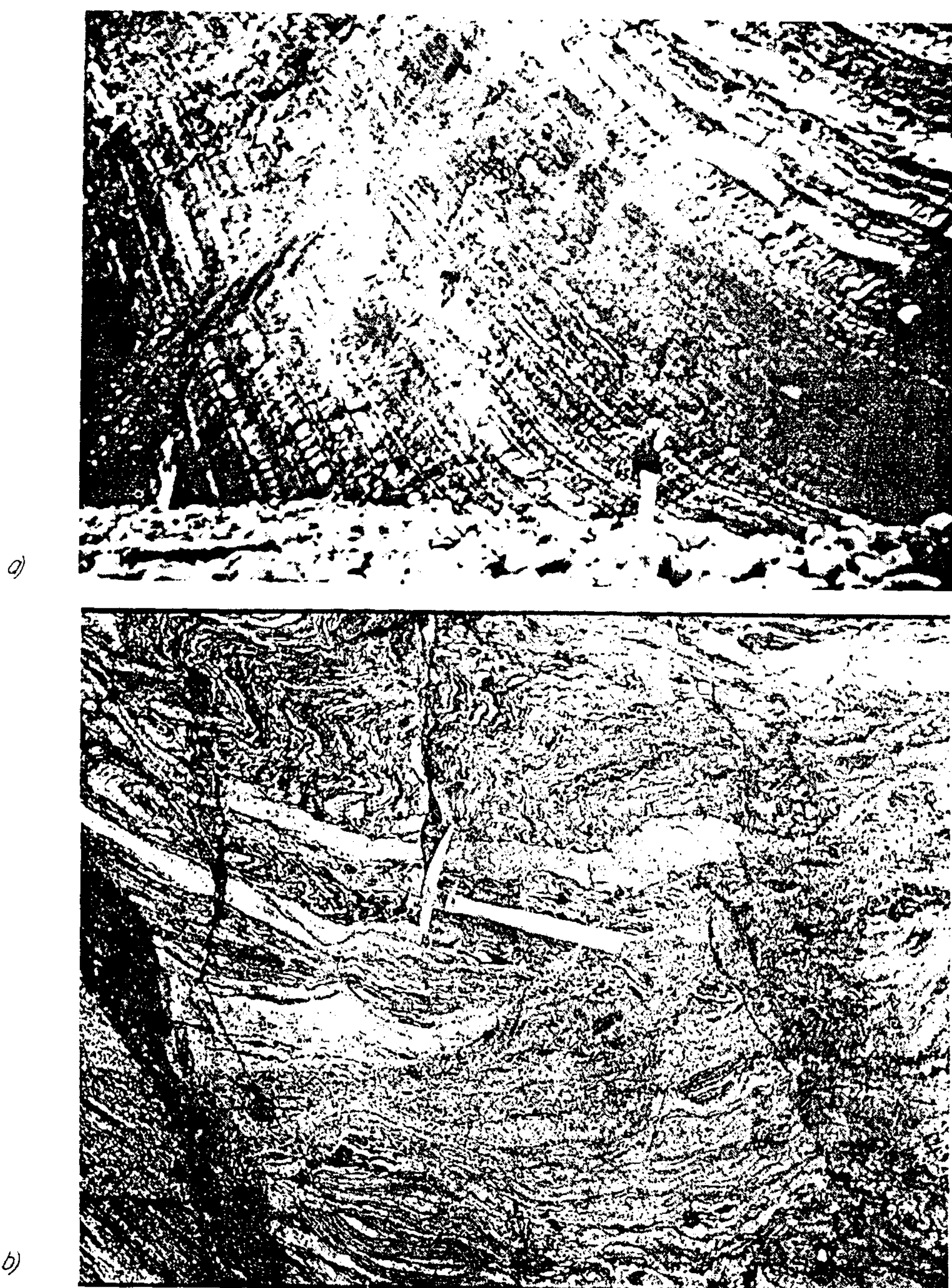
Cấu tạo của đá biến chất có rất nhiều khác biệt so với các loại đá khác, vì vậy nó có ý nghĩa lớn đối với việc xác định đá và có ảnh hưởng quyết định đến tính chất xây dựng của đá. Ta có thể nêu ra các loại cấu tạo sau:

- *Cấu tạo khối*: Các khoáng vật phân bố đồng đều trong đá. Cấu tạo khối có ở đá có thành phần tương đối đồng nhất và trong quá trình biến chất vẫn giữ nguyên được đặc tính đó.

- *Cấu tạo gơnai* (cấu tạo dải): Các khoáng vật dạng trụ, dạng tấm, dạng phiến sắp xếp định hướng theo một phương nhất định tạo thành dải. Giữa các dải thường xen các khoáng vật dạng hạt. Loại đá có cấu tạo này thường có tinh thể lớn và đặc trưng cho mức độ biến chất cao, đá có hiện tượng "nóng chảy" cục bộ.

Cấu tạo gơnai thành tạo do cấu tạo của đá cũ còn bảo tồn lại hoặc được xuất hiện trong quá trình biến chất. Đá không đồng nhất về thành phần, khi biến chất thì các khoáng vật cứng, khó chảy, được tách khỏi loại có tính dẻo, mềm, dễ chảy tạo thành các dải riêng.

- *Cấu tạo phiến:* Gây ra do sự định hướng của khoáng vật dưới tác dụng của áp lực thuỷ tĩnh trong quá trình tái kết tinh đá. Các khoáng vật dạng tấm, dạng vảy sẽ sắp xếp để phương kéo dài của tinh thể vuông góc với phương áp lực. Trong một số trường hợp, khoáng vật có tính dễ tách hoàn toàn có thể bố trí mặt dễ tách song song với mặt phiến (ví dụ như mica trong đá phiến mica).



Hình I-18.

a) Phiến thạch sét xen kẹp với cát kết

b) Đá biến chất đã có tái nóng chảy cục bộ (Mỹ)

Cường độ và các tính chất khác như dẫn điện, dẫn nhiệt, tính thấm của đá có cấu tạo phiến, cấu tạo gơnai sẽ thay đổi theo các phương khác nhau. Đặc biệt cường độ liên kết giữa các phiến rất yếu, có thể dễ dàng tách theo mặt phân phiến. Đối với xây dựng đá biến chất tốt nhất là có cấu tạo khối.

Đá macma sau khi bị biến chất thường có cường độ giảm đi, còn đá trầm tích thì ngược lại, cường độ lại tăng lên. Một trong các yếu tố cơ bản làm tăng cường độ là chuyển đá từ loại liên kết gắn kết sang liên kết kết tinh, với mật độ tăng cao lên.

6.4. Phân loại đá biến chất và đặc tính của một số đá biến chất chính

Yếu tố ảnh hưởng lớn đến tính chất xây dựng của đá biến chất là cấu tạo và thành phần khoáng vật, vì vậy trước hết dựa vào cấu tạo chia ra đá có cấu tạo gơnai, cấu tạo phiến và cấu tạo khối, sau đó trong từng loại cấu tạo, ta đề cập tới thành phần khoáng vật chủ yếu của đá.

1. Đá có cấu tạo gơnai

Tiêu biểu là đá gơnai. Loại đá này có thể do đá macma hay đá trầm tích biến chất mà thành. Loại trước gọi là octogơnai, loại sau là paragơnai. Căn cứ vào thành phần khoáng vật chia ra : gơnai amfibon, gơnai plagiocla, gơnai silimanit...

Gơnai thường có kiến trúc kết tinh hạt thô đều hoặc không đều. Có cấu tạo gơnai điển hình. Nếu khoáng vật dạng tấm, dạng trụ ít thì cấu tạo gơnai không rõ rệt và giống cấu tạo khối.

Nói chung gơnai là loại đá dùng làm nền công trình tương đối tốt, nhưng nếu hàm lượng mica tăng lên thì cường độ giảm đi, tốc độ phong hoá tăng nhanh.

Ở nước ta, gơnai gặp ở núi Gôi (Nam Định), thượng nguồn Sông Chu, Bắc Cạn, cao nguyên Kon Tum, Đắc Lắc, Plâycu.

2. Đá có cấu tạo phiến

Tiêu biểu là philit và đá phiến.

Philit là do đá sét biến chất tạo nên. Khoáng vật chủ yếu có mica, clorit, thạch anh..., tinh thể rất nhỏ, không nhìn thấy bằng mắt thường. Philit có màu vàng lục, màu đất nâu, đen xám. Cấu tạo dạng đặc sít. Mặt phiến thường có ánh xà cừ do các vảy mica phủ lên. Philit biến chất cao hơn thì thành đá phiến.

Ở nước ta, philit có thể gặp ở Hồi Xuân (Thanh Hoá), Tây Chang (Điện Biên), thượng nguồn Sông Hiếu...

Đá phiến là loại đá biến chất thường gặp nhất *(hình 1-18)*. Thành phần khoáng vật không giống nhau nên có nhiều tên khác nhau. Phổ biến nhất là đá phiến mica (chủ yếu có mica, thạch anh) ; nó khác với gơnai là không chứa fenpat, sau đến đá phiến amfibon (chủ yếu có amfibon và thạch anh), đá phiến clorit (chủ yếu có clorit, thạch anh).

Đặc trưng của loại đá này là có cấu tạo phiến, nhưng nhiều khi dạng phiến không rõ rệt, nhất là khi hàm lượng thạch anh trong đá tăng lên.

Cường độ của đá phiến thường thấp, do có tính phân phiến nên dễ bị phong hoá và trượt theo mặt phiến. Ở nước ta, đá phiến gặp nhiều ở ven Sông Thao (Phú Thọ đi Lào Cai), Tuần Giáo (Điện Biên), Sông Mã, Sông Hiếu, Hương Khê (Hà Tĩnh), Nam Trung Bộ...

3. Đá có cấu tạo khối

Quaczit do đá cát kết thạch anh biến chất tạo thành. Cấu tạo khối đặc sít. Khoáng vật phụ có mica, manhetit, amfibon. Màu trắng đến đen xám. Quaczit là loại đá rắn chắc, khó phong hoá ; nhưng việc khai thác và gia công khó, vì vậy ít được dùng làm vật liệu xây dựng.

Quaczit ở nước ta có ở Tuần Giáo (Điện Biên), Phanxipăng, Đông Sơn (Thanh Hoá), Kon Tum, Đà Lạt...

Đá hoa là do đá vôi tái kết tinh tạo nên. Chúng thường phân bố ở vùng tiếp giáp giữa đá vôi và đá granit.

Khoáng vật chủ yếu có canxit, đolomit. Có các loại kiến trúc hạt thô, hạt vừa và hạt nhỏ. Đá hoa thuần khiết có màu trắng : khi có tạp chất thì có nhiều màu : xám vàng, trắng xanh. Nhiều loại đá hoa rất đẹp nên thường được dùng làm vật liệu kiến trúc. Đá hoa sủi bọt với HCl 10% như đá vôi, nên dễ nhận biết.

Cường độ của đá hoa thay đổi tuỳ theo thành phần tạp chất. Khi chứa pirit, nó bị phong hoá rất mau. Do đá có tính chống phong hoá và chống nước kém, cho nên không thích hợp dùng làm nền các công trình thuỷ công.

Ở nước ta, gặp đá hoa ở Kẻ Sở (Hà Nam), Tuần Giáo (Điện Biên), Phanxipăng. Đông Sơn (Thanh Hoá), Plâycu...

Cũng cần chú ý rằng đá biến chất là do các đá macma, trầm tích bị tác động của áp lực lớn, nhiệt độ cao trong thời gian rất dài mà thành. Tuỳ theo mức độ và thời gian tác động của các yếu tố gây biến chất mà đá có những mức độ biến chất khác nhau. Trong thực tế, đối với nhiều loại đá, khi mức độ biến chất chưa cao, thì việc xác định và phân loại cũng rất khó khăn, đối với đá có nguồn gốc trầm tích, trong trường hợp này gọi là đá "trầm tích - biến chất".

§7. PHÂN LOẠI ĐẤT ĐÁ THEO QUAN ĐIỂM ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH

7.1. Mục đích, cơ sở phân loại

Việc phân loại các đối tượng nghiên cứu là một phần cơ bản của bất kỳ khoa học nào. Vì nghiên cứu đối tượng không thể không hệ thống hoá chúng theo các quy luật nhất định. Nó phản ánh mức độ và nội dung nghiên cứu đối tượng đó và tạo cho việc nghiên cứu được thuận tiện hơn. Phân loại đất đá theo quan điểm địa chất công trình, do đó, cũng là phương tiện và phương pháp nhận thức đất đá.

Phân loại đất đá theo quan điểm địa chất công trình nhằm các mục đích sau:

- Xác định phương hướng và phương pháp nghiên cứu địa chất công trình cho đất đá.

- Thiết lập các bảng biểu kinh nghiệm về các đặc trưng địa chất công trình cho nhóm đất đá theo tính chất xây dựng, giúp cho việc đánh giá sơ bộ đất đá có cơ sở hơn.

- Thiết lập các mối tương quan giữa các đặc trưng vật lý, cơ học của đất đá.

- Chọn lựa và quy định các biện pháp kỹ thuật cải tạo tính chất đất đá trong xây dựng.

Ta biết rằng, theo nguồn gốc hình thành, đất đá được chia ra đá macma trầm tích và biến chất. Mỗi loại đất đá có nguồn gốc khác nhau có các đặc trưng và tính chất riêng. Quan trọng nhất trong các đặc trưng đó là: thành phần khoáng vật, kiến trúc, cấu tạo, thế nằm. Trạng thái vật lý và tính chất cơ lý là hậu quả trực tiếp của điều kiện tồn tại của đất đá trong vỏ quả đất. Tất cả các dấu hiệu nguồn gốc quan trọng này cho phép ta phân ra nhiều dạng thạch học của đất đá.

Các dạng nguồn gốc và thạch học khác nhau có thể thống nhất vào các nhóm xác định theo tính chất vật lý, cơ học. Mỗi nhóm có các đặc trưng xây dựng riêng (các đặc trưng về cường độ, biến dạng, tính ổn định và tính thấm nước).

Hiện nay, trong địa chất công trình chưa có sự phân loại tổng quát nhất. Điều này liên quan đến sự nghiên cứu chưa đầy đủ tính chất của đất đá và do khó khăn là bảng phân loại độc nhất đó lại phải thoả mãn các yêu cầu khác nhau của thực tiễn xây dựng. Do đó tồn tại hai cách phân loại: chuyên môn (riêng) và tổng quát (chung).

Phân loại chuyên môn là dựa theo những yêu cầu nào đó của một loại công tác xây dựng, ví dụ khả năng biến dạng của nền, sự ổn định của mái dốc, độ kiên cố, mức độ thấm nước hoặc hấp thụ nước... để phân loại đất đá.

Phân loại tổng quát là phân loại dùng cho tất cả các ngành xây dựng, thường mang tính chất chung chung. Nó đề cập tới một vài hoặc nhiều dấu hiệu của đất đá. Tất cả các loại đất đá phổ biến nhất được phân chia theo các đặc trưng xây dựng của nó. Dĩ nhiên, phân loại chung kém chi tiết, vì vậy cần được bổ sung bằng phân loại chuyên môn.

7.2. Đặc tính của đất đá được phân loại theo quan điểm địa chất công trình

Hiện nay, thường dùng bảng phân loại tổng quát của F.P. Xavarenxki (1937) và đã được V.Đ. Lomtadze bổ sung năm 1968 (*bảng I-11*). Đất đá được chia ra 5 loại chủ yếu là đá cứng, đá nửa cứng, đất xốp rời, đất mềm dính và đất có thành phần, trạng thái và tính chất đặc biệt.

Đá cứng là loại đá hoàn chỉnh nhất trong xây dựng. Nó bao gồm đại bộ phận đá macma, đá biến chất, đá trầm tích hoá học và trầm tích gắn kết chắc. Có cường độ ổn định cao, biến dạng nhỏ, thấm nước yếu. Vùng phân bố đá này rất thuận lợi để xây dựng bất kỳ loại công trình nào và thường không cần dùng các biện pháp phức tạp để đảm bảo sự ổn định của nó.

Đá nửa cứng bao gồm các loại đá cứng, đá bị phong hoá nứt nẻ mạnh, các đá trầm tích có cường độ gắn kết thấp. Loại này khác đá cứng là cường độ và tính ổn định kém hơn, biến dạng tương đối cao, thấm nước tương đối lớn.

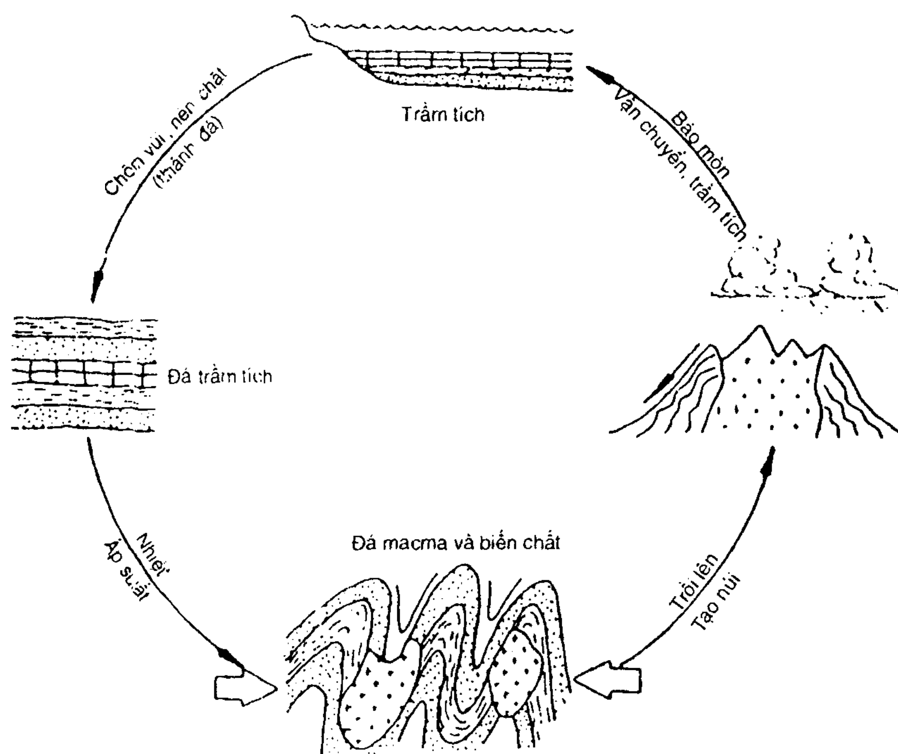
Vùng phân bố đá nửa cứng, trong nhiều trường hợp, thuận tiện để xây dựng các loại công trình khác nhau, nhưng cần có điều kiện giới hạn nhất định và phải dùng các biện pháp công trình phức tạp để xử lý.

Đất xốp rời như cát, cuội, sỏi...là các hạt cứng chắc, ổn định và có cường độ cao. Tuy nhiên mối liên kết giữa các hạt hầu như không có, độ rỗng lớn và dễ bị thay đổi do tác dụng cơ học bên ngoài (đặc biệt là tải trọng động). Ngậm nước ít và thấm nước mạnh.

Đất mềm dính bao gồm các loại đất sét, đất sét pha, cát pha. Thành phần khoáng vật khá phức tạp. Đa số có cường độ thấp, không ổn định. Mối liên kết giữa các hạt chủ yếu là liên kết keo nước. Loại này có cường độ thấp, thấm nước kém hoặc không thấm nước, ép co mạnh.

Đất có thành phần trạng thái và tính chất đặc biệt thì có thể lấy ví dụ như đất muối hoá, đất than bùn, thổ nhưỡng... Thành phần khoáng vật rất phức tạp, thường không ổn định. Hàm lượng muối khoáng, chất hữu cơ tương đối lớn. Lượng ngậm nước cao, độ lỗ rỗng rất lớn. Đất dễ bị chảy loãng dưới tác dụng cơ học. Cường độ chịu lực rất thấp.

Việc xây dựng trên đất xốp rời và mềm dính cần có điều kiện hạn chế và thường phải xử lý bằng các biện pháp kỹ thuật. Người ta thường tránh xây dựng ở vùng phân bố đất đá có thành phần, trạng thái và tính chất đặc biệt.



Hình I-19. *Chu kỳ biến đổi của đất đá theo sự chuyển hoá của địa chất*

Bảng I-11. Phân loại đá theo quan điểm địa chất công trình của F.P.Xaverenxki

...óm đá	Dạng nguồn gốc và thạch học	TÍNH CHẤT VẬT LÝ CƠ HỌC		
		Vật lý	Thủy lý	Cơ học
	2	3	4	5
...cứng	Các loại đá macma, đá biến chất, các đá trầm tích như cát kết, cuội kết, ximăng bền vững ; đá vôi, đôlômít cứng và bền vững.	Mật độ cao, (2,65 ÷ 3,10g/cm^3) độ rỗng không lớn (vài phần trăm)	Không hút ẩm và hoà tan. Chỉ thấm theo các khe nứt, hệ số thấm không quá 10 *m/ng.d*. Lưu lượng hấp thụ đơn vị nhỏ (q < 5 *l/ph*)	Cường độ và tính đàn hồi cao. ... chống nén : 500 ÷ 4000 *kG/c*... trượt : 200 ÷ 1000 kG/cm^2 ; kh... Ổn định ở sườn dốc. Môđun ... tổng quát trên 100.000 kG/cm^2... sát của bêtông trên đá này đạt 0... Hệ số kiên cố f_{kc} > 8. Khai thá... Có tính đẳng hướng trong khối ...
...á nửa	Các đá macma, biến chất bị phong hoá, nứt nẻ mạnh. Các đá trầm tích, cát kết, cuội kết, bột kết có ximăng sét, sét kết, đá vôi, đolomít chứa sét.	Mật độ cao (2,20 ÷ 2,65 g/m^3) độ rỗng đạt 10 ÷ 15%, cá biệt có thể cao hơn	Độ ẩm nhỏ. Tính thấm phụ thuộc mức độ nứt nẻ và phong hóa. Hệ số thấm biến đổi từ 0,5 ÷ 30 *m/ng.d* (q tới 15*l/ph*) ở đá thấm nước yếu và trên 30*m/ng.d* (q > 15*l/ph*) ở đá thấm nước mạnh	Bền vững. Cường độ chống nén ... 500kG/cm^2, trung bình : 25 ÷ 1... nhỏ : < 25kG/cm^2. Sức chống... 50kG/cm^2 ở đá bền vững, 10 ÷ ... đá độ bền trung bình và < 10*k*... độ bền yếu. Môđun biến dạng t... dưới 20.000 kG/cm^2 tới trê... kG/cm^2. Hệ số ma sát của bêtô... đá này : 0,3 ÷ 0,55. Độ ổn đị... dốc phụ thuộc mức độ nứt nẻ, ... Hệ số kiên cố trung bình : 2 ÷ 8... bằng thiết bị xung kích và nổ. ... có tính lưu biến.

Bảng I-11. (tiếp theo)

	2	3	4	5
t xốp	Dăm, cuội, cát, sạn	Mật độ $1,40 \div 1,90 g/cm^3$; độ rỗng : $25 \div 40\%$, biến đổi trong phạm vi rộng	Không hút ẩm hay độ ẩm nhỏ. Thực tế không hòa tan. Thấm nước, hệ số thấm tới $30 m/ng.đ$	Cường độ phụ thuộc vào mật trúc. Môđun biến dạng tổng qu 100 tới $1000 kG/cm^2$. Hệ số ma $= 0,25 \div 0,60$ có tính ép co. Hệ nhỏ $f_{kc} < 2$. Sự ổn định ở nền có mái dốc phụ thuộc vào hệ số m và cường độ tải trọng. Khai bằng phương pháp cơ học, thủ
Đất dính	Đất sét, đất sét pha, cát pha	Mật độ $1,1 \div 2,1 g/cm^3$, độ rỗng $25 \div 80\%$.	Độ ẩm biến đổi trong phạm vi rộng (12 - 80%). Chứa nước. Không hòa tan. Thấm nước yếu hoặc không thấm, hệ số thấm thường nhỏ hơn $0,1 m/ng.đ$.	Cường độ biến đổi trong pha phụ thuộc vào độ ẩm và mật biến dạng biến đổi từ 25 $100 kG/cm^2$. Ép co và ép co n ma sát trong nhỏ $f = 0,15 \div$ kiên cố không lớn $f_{kc} < 2$. Sự ổ dốc phụ thuộc độ ẩm của đấ mái dốc. Khai thác bằng phươ công, cơ học. Có tính lưu biến
Đất có phần, thái nh chất biệt	Cát chảy, bùn cát, đất bị muối hóa, bùn sét, than bùn, thổ nhưỡng, thạch cao, thạch cao khan, muối mỏ, đất đắp	Đất thuộc nhóm này có các đặc trưng đặc biệt, cần có phương pháp riêng để khảo sát và đánh giá		

CHƯƠNG II

KIẾN TẠO ĐỊA CHẤT

Các hiện tượng địa chất không chỉ làm biến đổi đất đá trong vỏ quả đất, mà đôi khi còn làm thay đổi cả kiến trúc và cấu tạo vỏ quả đất. Hiện tượng biến đổi đất đá, kiến trúc và cấu tạo vỏ quả đất thông qua chuyển dịch không đồng đều của vỏ quả đất là hiện tượng kiến tạo địa chất. Chuyển động kiến tạo có ảnh hưởng rất lớn đến môi trường địa chất, trước hết là ở mặt động lực, sau là sự biến đổi cấu tạo địa chất nói chung và cấu tạo đất đá nói riêng.

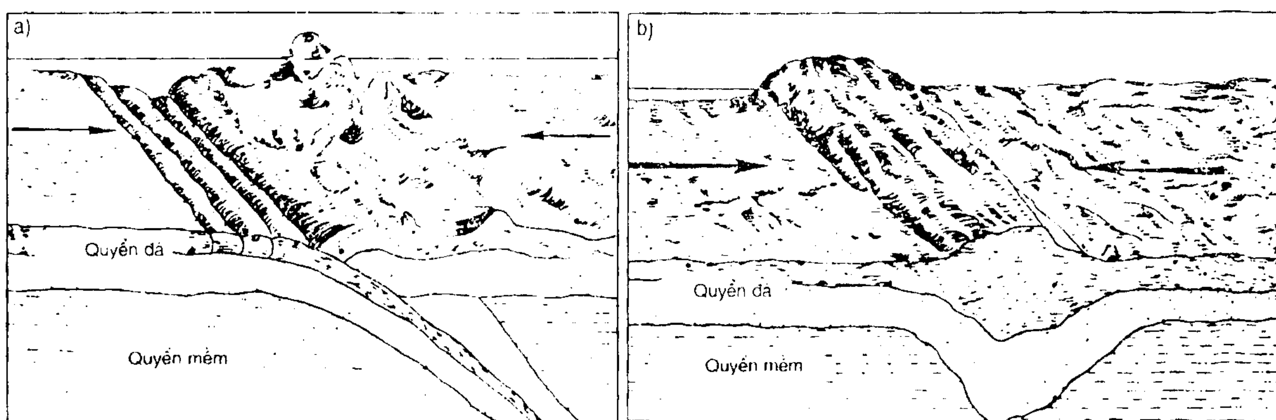
§1. CHUYỂN ĐỘNG KIẾN TẠO ĐỊA CHẤT

Các số liệu quan trắc đã cho thấy vỏ quả đất luôn luôn chuyển động và chuyển động không đồng đều theo các vùng khác nhau và ở các thời gian khác nhau. Người ta đã thấy ở biển khơi đột nhiên nổi lên các hòn đảo ở nơi này trong khi ở nơi khác có những đảo chìm đi. Nhưng nói chung tốc độ chuyển dịch không lớn. Chẳng hạn bờ vịnh Bôtni (Thụy Điển) đang nâng lên với tốc độ 1,2 *cm/năm*, trong khi đó ở Băng Cốc (Thái Lan) lại thụt xuống với tốc độ 1,5*cm/năm*. Đảo Xabin (Liên Xô cũ) đang chuyển dịch ngang với tốc độ 11*m/năm*, trong khi nhiều vùng khác chỉ có tốc độ 2 ÷ 3 *cm/năm* hoặc nhỏ hơn. Vỏ quả đất vừa tham gia chuyển động thẳng đứng vừa tham gia chuyển động ngang. Sự chuyển động không đồng đều là nguyên nhân cơ bản phá hoại đất đá và công trình. Hiện nay, người ta còn chưa biết chắc chắn nguyên nhân và động lực của chuyển động kiến tạo, vì vậy đã có nhiều giả thuyết. Có thể thấy hai thuyết chủ yếu là :

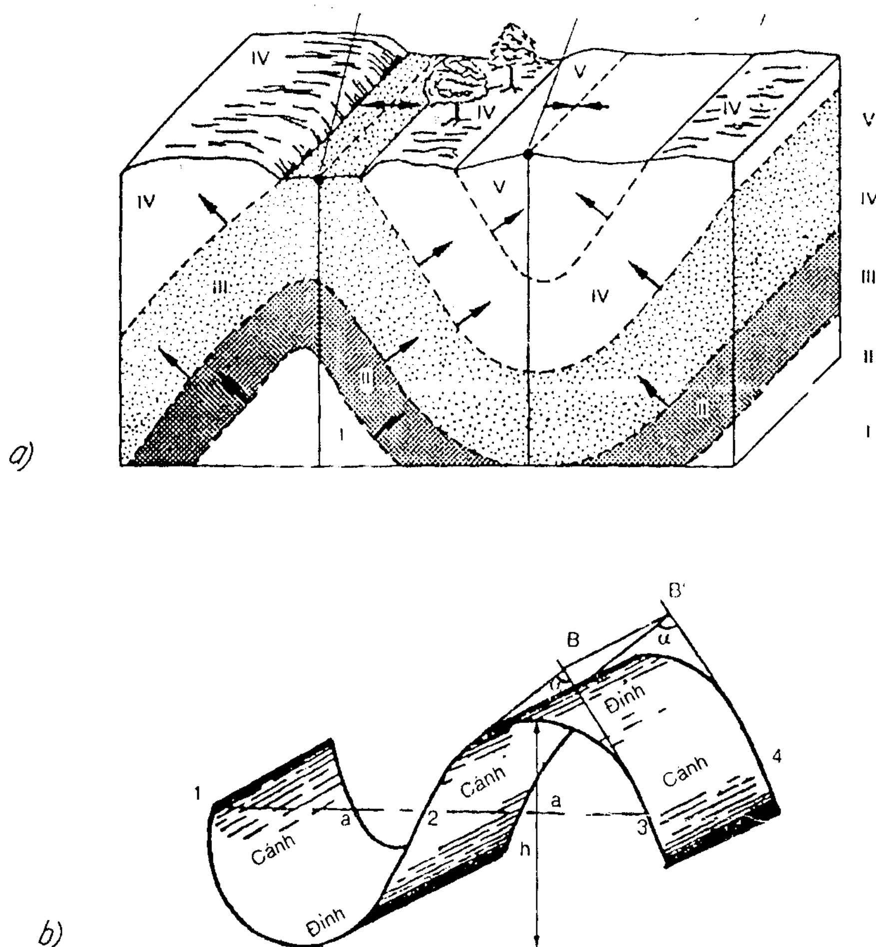
Thuyết lục địa thăng trầm coi vỏ quả đất chuyển dịch thẳng đứng là chính. Năng lượng chuyển dịch phát sinh do các quá trình macma ; quá trình này làm nảy sinh ra sự đối lưu vật chất trong vỏ quả đất. Hậu quả là mặt đất chuyển động nâng hạ sẽ biến lục địa thành biển ; và ngược lại. Ở nước ta, có các vệt sóng vỗ trên vách đá vôi ở độ cao 10 ÷15 mét tại vùng Đồng Giao (Ninh Bình); các lớp trầm tích sò hến biển nằm cao 5m trên mực nước biển ở Diễn Châu (Nghệ An) ; các lớp sét phong hoá loang lổ đỏ vàng nằm sâu dưới mực nước gần chục mét ở đồng bằng sông Hồng và đồng bằng sông Cửu Long. Kết quả quan sát và đo đạc khoảng dịch chuyển của một số đứt gãy sâu ghi trên bảng II-1 cũng nói lên điều đó.

Thuyết lục địa trôi ngang coi chuyển dịch phát sinh do sự thay đổi tốc độ quay của quả đất quanh trục bắc nam của nó. Cơ sở của thuyết này là sự xuất hiện các dải núi uốn nếp song song với kinh tuyến và vĩ tuyến, sự trùng khít về hình dạng và địa chất của sườn lục địa Âu - Phi và Mỹ ở hai bờ Đại Tây Dương. Dùng giả thuyết này cũng có thể giải thích được các quá trình uốn nếp, đứt gãy và phương ưu thế tây bắc - đông nam của các đứt gãy ở nước ta. Sơ đồ dịch chuyển ngang tạo núi của các mảng lục địa có thể xem trong hình II-1.

Lực chuyển động kiến tạo vô cùng lớn, nhưng tốc độ chuyển động nhỏ. Sự va chạm do chuyển động không đồng đều ở chỗ tiếp giáp giữa các mảng vỏ lục địa có thể là nguyên nhân gây ra động đất.



Hình II-1. *Sơ đồ phát sinh miền núi uốn nếp do hai mảng lục địa chuyển dịch ngược nhau*
a) Mảng nọ chúi xuống dưới mảng kia ; b) Hai mảng dồn ép nhau.



Hình II-2. *Sơ đồ cấu tạo nếp uốn*
a) Sơ đồ khối một nếp uốn gồm có nếp lõm (a) nếp lồi (b) với các mặt trục 1 và 2(a, b) và các tầng đá theo thứ tự già trẻ I, II, III, IV, V ; b) Sơ đồ các yếu tố của nếp uốn ;
AA' - đỉnh nếp lõm ; BB' - đỉnh nếp lồi ; α - góc đỉnh;
h - chiều cao ; a - chiều rộng ; 1,2,3,4 - các điểm uốn

§2. CÁC DẠNG CẤU TẠO ĐỊA CHẤT

Chuyển động kiến tạo làm biến dạng và phá huỷ các kiến trúc và cấu tạo ban đầu ở vỏ quả đất, hình thành các hình thái kiến trúc và cấu tạo mới gọi là các cấu tạo do kiến tạo. Dựa vào hình dáng và tính chất của các dạng cấu tạo có thể chia ra là cấu tạo nếp uốn, cấu tạo đứt gãy...

Cấu tạo nếp uốn, hình thành khi các tầng đá bị uon cong, có thể bị nghiêng đảo đi, nhưng vẫn không bị mất tính liên tục của nó. Khi các lớp đá trầm tích và phun trào bị uốn nếp thì các chỗ lồi lên gọi là nếp lồi (bối tà), các chỗ võng xuống - nếp lõm (hướng tà) (*hình II-2*). Kích thước các nếp uốn có thể từ vài mét đến vài *km*, thậm chí vài chục *km*.

Các yếu tố của nếp uốn gồm có :

- *Mặt trục* là mặt đi qua đỉnh vòm chia nếp uốn ra làm hai phần đều nhau. Mặt trục có thể phẳng, cong, đứng hoặc nghiêng...
- *Cánh* là phần tầng đá, bị nghiêng đi ở hai bên mặt trục.
- *Đường trục* là giao tuyến giữa mặt trục và mặt tầng đá.

Ở *nếp oằn* thường thấy xuất hiện khe nứt và bề dày tầng đá bị thay đổi.

Khi một nếp uốn bao gồm nhiều nếp uốn nhỏ hơn hợp lại thì gọi là nếp uốn phức.

Cấu tạo khe nứt và đứt gãy làm cho tầng đá mất tính liên tục và hoàn chỉnh. Ở mức độ biến vị thấp trong đá xuất hiện các khe nứt. Khi cường độ lực tác dụng lớn hơn thì xảy ra sự dịch chuyển các phần của tầng đá với nhau, tạo ra *đứt gãy*.

Khe nứt kiến tạo có đặc điểm chung là thường sâu, kéo dài, cắt qua nhiều tầng đá và phân bố theo quy luật nhất định, song song với nhau hoặc cắt nhau theo những góc xác định, tuỳ thuộc phương và cường độ của lực kiến tạo.

Người ta phân biệt các loại khe nứt kiến tạo như sau :

Khe nứt căng thường xuất hiện ở vòm nếp uốn và vuông góc với mặt lớp, do đá bị kéo. Có hai hệ thống khe nứt : dọc (song song với trục nếp uốn) và ngang (vuông góc với trục nếp uốn). Khe nứt thường mở rộng với bề mặt không trơn nhẵn.

Khe nứt cắt do lực cắt tạo nên, phân cắt mặt tầng đá thành các hình thoi. Phương khe nứt cắt thường tạo với trục nếp uốn một góc xấp xỉ 45^0. Mặt khe nứt trơn nhẵn và khép kín.

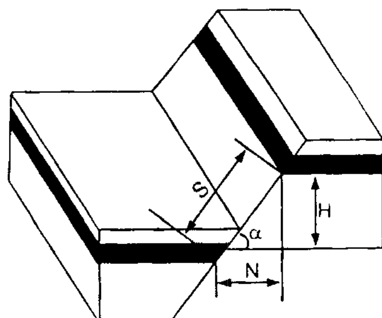
Khe nứt tách gặp trong tầng đá bị uốn nếp mạnh. Bao gồm khe nứt tách phá song song với mặt lớp, mặt khe nứt mở rộng và khe nứt tách chảy song song với mặt trục, mặt khe nứt khép kín. Các khe nứt này tách đá thành những khối mặt thoi.

Khi các tầng đá dịch chuyển tương đối với nhau theo mặt khe nứt sẽ hình thành *đứt gãy* (xem *hình II-3)*. Mặt đứt gãy (mặt trượt) được xác định bằng góc nghiêng của nó so với mặt phẳng nằm ngang. Trong quá trình dịch chuyển, đá ở phạm vi lân cận mặt đứt gãy bị nghiền nát vụn, hình thành đới phá huỷ kiến tạo. Cự ly dịch chuyển của tầng đá theo mặt đứt gãy *S* có thể đạt tới vài nghìn mét. Có thể chia ra cự ly dịch chuyển ngang N và cự ly dịch chuyển đứng H.

Phần đá ở hai bên mặt trượt gọi là cánh, gồm có cánh trên - nằm trên mặt trượt và cánh dưới - nằm dưới mặt trượt.

Tuỳ theo đặc tính dịch chuyển của các cánh, ta có các loại : đứt gãy thuận, đứt gãy nghịch, đứt gãy ngang, đứt gãy chờm nghịch (*hình II-4*)

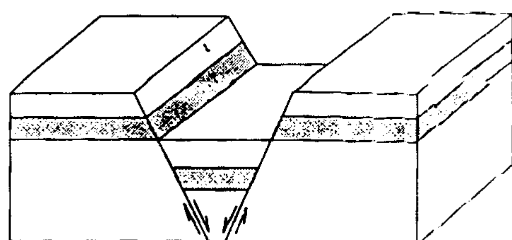
a)



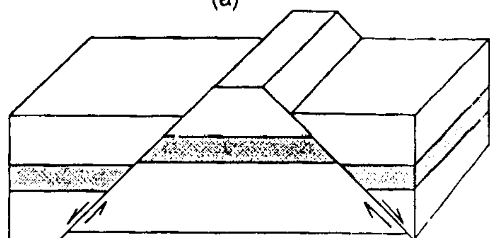
b)



Hình II-3. *Đứt gãy*
a) Các yếu tố của đứt gãy ;
b) Ảnh chụp một đứt gãy ở Carrigo (Mỹ)

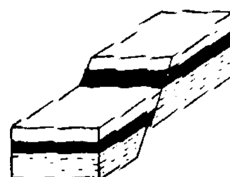


(a)

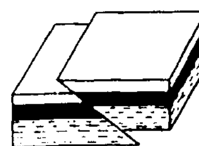


(b)

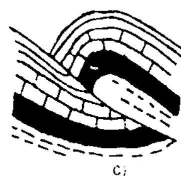
Hình II-5. *Địa lũy (a)*
và địa hào (b)



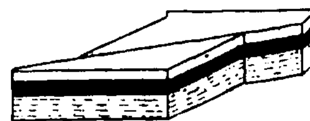
a)



b)



c)



d)

Hình II-4 . *Các loại đứt gãy*
a) Đứt gãy thuận ; b) Đứt gãy nghịch ;
c) Đứt gãy nghịch chờm ; d) Đứt gãy ngang

Đứt gãy thuận có mặt đứt gãy nghiêng, cánh trên tụt xuống và cánh dưới trồi lên. Đới cà nát rộng, nhưng mức độ cà nát thấp, khe nứt mở rộng.

Đứt gãy nghịch có cánh trên trồi lên, cánh dưới tụt xuống. Mặt đứt gãy khép chặt. Khi đứt gãy phát triển mạnh sẽ hình thành đứt gãy nghịch chờm.

Đứt gãy ngang có hai cánh không dịch chuyển theo phương đứng mà dịch chuyển tương đối theo phương ngang.

Trong thực tế, các đứt gãy có thể phát triển thành hệ đứt gãy để hình thành *địa luỹ*, tạo nên các dãy núi cao (như Antai, Thiên Sơn, Pamia...) hoặc *địa hào* tạo nên các hố hẹp và sâu (như hồ Baican, bể Hồng Hải...) (*hình II.5*).

Theo tài liệu của các nhà địa chất thì phần lãnh thổ phía bắc Việt Nam nằm vắt trên 4 phân vị kiến tạo địa chất với 9 phân vị kiến trúc cơ sở, ngăn cách nhau bằng các đứt gãy kiến tạo sâu. Mỗi phân vị kiến trúc có một chế độ chuyển động kiến tạo riêng. *Bảng II-1* nêu lên các đặc tính chuyển dịch của một số đứt gãy chính ở phần phía bắc Việt Nam.

Bảng II-1. Đặc tính của một số đứt gãy chính phần phía bắc Việt Nam

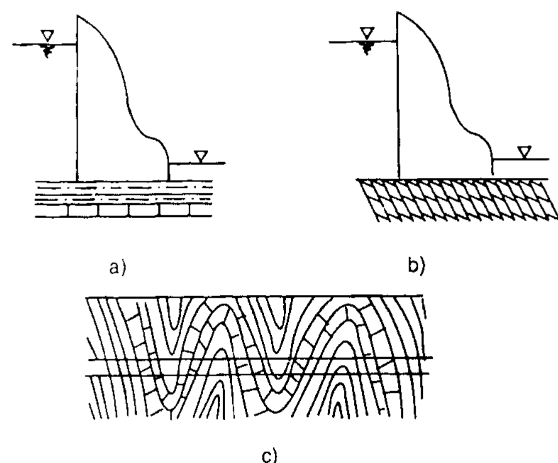
Tên gọi đứt gãy	Thế nằm mặt đứt gãy	Độ dài đứt gãy (*km*)	Biên độ dịch chuyển đường (*km*)
Sông Hồng	45 ∠ 70	30 ÷ 40	1,5 ÷ 3,5
Sông Lô	225 ∠ 70	35 ÷ 40	2 ÷ 3
Sông Chảy	45 ∠ 70	30 ÷ 40	1 ÷ 3
Cao Lạng	45 ∠ 70	30 ÷ 40	1 ÷ 2
Sông Đà	45 ∠70	40 ÷ 50	1 ÷ 2
Sông Mã	45 ∠70	50	1 ÷ 2
Sông Cả	225 ∠ 60	30 ÷ 40	1 ÷ 2
Rào Nậy	225 ∠65	30 (?)	1

Đặc tính đứt gãy, khe nứt kiến tạo phụ thuộc vào trường ứng suất do lực kiến tạo gây ra và tính chất cơ lý của đất đá. Về đại thể xem *bảng II-2*.

§3. ẢNH HƯỞNG CỦA CẤU TẠO ĐỊA CHẤT KIẾN TẠO ĐẾN CÔNG TRÌNH

Nhìn chung, các dạng cấu tạo địa chất kiến tạo đều làm cho đất đá giảm cường độ, tăng tính thấm, giảm tính đồng nhất... đòi hỏi các biện pháp xử lý phức tạp và tốn kém khi xây dựng.

Khi các tầng đá nằm nghiêng và nhất là khi bị uốn nếp, nền công trình phải đặt trên nhiều tầng đá khác nhau, có khả năng dẫn đến công trình bị lún không đều. Điều kiện thiết kế thi công trong trường hợp này sẽ phức tạp hơn khi tầng đá nằm ngang. Kết cấu, phương án thi công đường kênh, đường hầm... thay đổi theo sự biến đổi của loại đá (*hình II-6*).

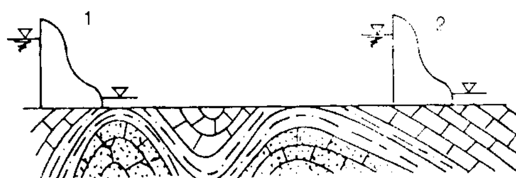


Hình II-6. Ảnh hưởng của biến vị kiến tạo đến xây dựng
a) Nền đồng nhất; b) Nền không đồng nhất ; c) Kết cấu, phương án thi công đường hầm thay đổi theo tuyến.

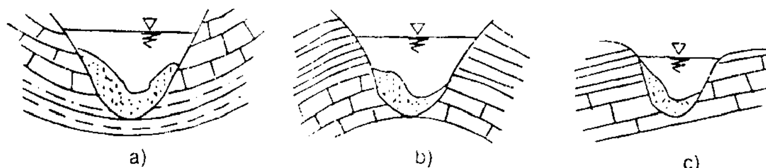
Các khe nứt kiến tạo, khe nứt mặt tầng (được mở rộng do các tầng đá trượt lên nhau trong quá trình uốn nếp) và nhất là các đới phá huỷ kiến tạo, có thể làm cho nền đập, mái kênh, mái đường... bị mất ổn định, công trình bị thấm mất nước, trượt lở.

Khi các tầng đá nghiêng về hạ lưu thì đập dễ xảy ra trượt, thấm mất nước (*hình II-7*). Ở vùng uốn nếp, khi hồ chứa nằm trong cấu tạo nếp lồi thường dễ bị mất nước, còn trong cấu tạo nếp lõm thì khả năng mất nước giảm đi rõ rệt. Lũng sông có cấu tạo đơn nghiêng thường xảy ra mất nước về một bên (*hình II-8*).

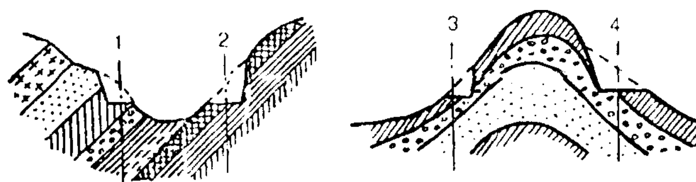
Mái đường và nền đường ổn định hơn khi tầng đá cắm vào sườn dốc (*hình II-9*).



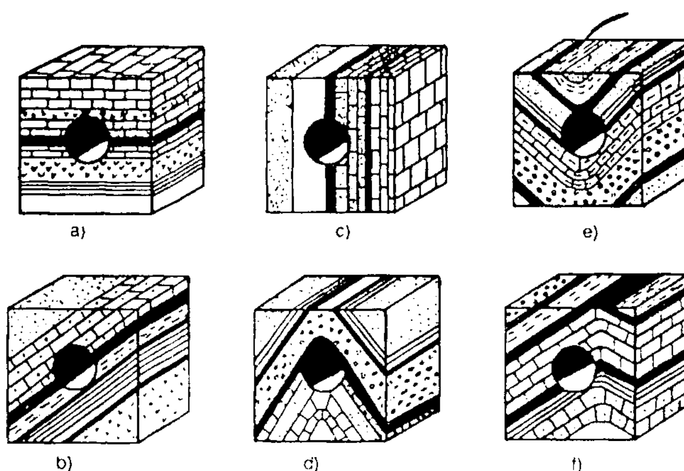
Hình II-7. *Trường hợp 2 dễ trượt, mất nước hơn trường hợp 1*



Hình II-8. *Lũng sông trong cấu tạo nếp uốn*
a) Nếp lõm ; b) Nếp lồi ; c) Đơn nghiêng.



Hình II-9. *Tuyến đường ổn định trong trường hợp 1 ; không ổn định trong các trường hợp 2, 3, 4*



Hình II-10. *Đường hầm song song với đường phương tầng đá.*
a) Nằm ngang ; b) Nằm nghiêng ; c) Đứng dứng ; d) Đỉnh nếp lồi ; e) Đỉnh nếp lõm ; f) Cánh nếp uốn.

Bảng II-2. Đặc trưng các loại khe nứt có nguồn gốc khác nhau (theo L.I. Nayxtat)

Loại khe nứt		Đặc trưng về hình thái	Ảnh hưởng của khe nứt tới tính chất xây dựng của đá
Nguyên sinh	Trong đá macma	Phân bố song song hoặc vuông góc với bề mặt nguội lạnh, chia đá thành khối nứt hình gối đệm, hình hộp, hình lăng trụ.	
	Trong đá trầm tích	Khe nứt nghiêng và cong, thường cắt vuông góc hoặc song song với mặt lớp và chia đá thành các khối nhiều mặt có dạng lăng trụ, khối tháp... Trong đá cácbonat, khe nứt xuất hiện trong quá trình đolomit hoá và khử đolomit. Vách khe nứt bằng phẳng, có chỗ thành bậc do cắt qua tinh thể.	
Lớp		Liên quan với quá trình thành tạo trầm tích và hoá đá. Xuất hiện ở ranh giới các lớp có thành phần thạch học khác nhau hoặc bên trong lớp do các đá phản ứng khác nhau với tác dụng nung nóng, làm lạnh, oxy hoá, thuỷ hoá và áp lực. Thành tạo các khối nứt dạng tấm dày trong đá cát kết và cuội kết, dạng tấm mỏng trong đá bột kết.	Chú ý tới thành phần thạch học và điều kiện thế nằm của đá. Khe nứt phát triển mạnh trong đá cácbonat và làm cho đá thấm nước lớn. Trường hợp hướng đá đổ về phía bờ dốc là nguy hiểm vì dễ gây ra hiện tượng đá trượt
Kiến tạo	Liên quan đới phá hủy kiến tạo	Liên quan với sự nén hiếm hơn là do sự kéo của vỏ quả đất. Phân chia ra các loại khe nứt của đứt gãy thuận, đứt gãy nghịch, đứt gãy ngang. Vách khe nứt phẳng. Khe nứt cắt qua cả các tinh thể lớn trong đá macma, các hạt cuội của đá cuội kết. Phân bố tới độ sâu rất lớn.	Rất không thuận lợi khi xây dựng : Thường là khe nứt hở, kéo dài, độ sâu lớn nên gây ra tính thấm mạnh ; trong đá cacbonat sẽ tạo thuận lợi cho hiện tượng karst phát triển. Ở các đới phá huỷ kiến tạo, đá bị vụn mạnh nên dễ bị phong hoá và mất ổn định.
	Không liên quan đới phá hủy kiến tạo	Các khe nứt hẹp, phân bố theo hệ thống nhất định. Thớ chẻ là hệ thống các khe nứt song song dày đặc, cách nhau không quá $3cm$, không trùng với cấu tạo nguyên sinh, đối với đá trầm tích không trùng cấu tạo lớp.	Các khe nứt dạng này không làm tăng nhiều khả năng thấm nước của đá. Làm cho đá dễ bị phong hoá và giảm nhiều khả năng ổn định của đá.
Giảm tải ở sườn thung lũng		Thành tạo ở bờ bị cắt xén, khe nứt có bề rộng lớn, cong hoặc thành bậc. Xuống sâu khe nứt bị thu hẹp.	Gây nguy hiểm lớn khi xây dựng công trình thủy công vì làm cho đất đá thấm nước lớn, vùng bờ bị sụp lở
Phong hoá		Phân bố chủ yếu ở đới trên mặt và giảm theo độ sâu. Mạng khe nứt dày đặc. Khe nứt không có hình dạng nhất định, cong và thường phát triển trên các khe nứt có nguồn gốc khác.	Cần quan tâm chiều sâu phân bố các khe nứt phong hoá để xác định đới đo vẽ và chiều sâu cần ximăng hoá.

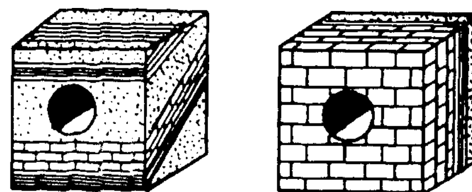
Khi tuyến đường hầm chạy song song với đường phương các tầng đá thì có các trường hợp sau (*hình II-10*):

- Khi các tầng đá nằm ngang, đường hầm chỉ nằm trong một tầng đá hay một số tầng nào đó. Lúc này cần chú ý tới ổn định của vòm đường hầm, đặc biệt khi có các tầng đá nứt nẻ phân vụn, tầng đá mềm yếu.

- Khi các tầng đá nằm nghiêng, nếu góc dốc tương đối nhỏ sẽ tạo hình nêm tụt xuống, gây áp lực cục bộ lên vỏ đường hầm và nguy hiểm trong lúc xây dựng. Trường hợp tầng đá có góc dốc lớn, cần chú ý các tầng kẹp mềm yếu, các tầng có tính thấm nước cao vì chúng dễ gây trượt dọc tuyến chọn.

- Khi gặp tầng đá uốn nếp sẽ xảy ra ba trường hợp : nếu đường hầm chạy dọc theo trục nếp lồi, do đỉnh bị nứt nẻ mạnh dễ gây ra sụt vòm nhưng lại có thuận lợi là áp lực đất, áp lực nước nhỏ, thoát nước khi thi công dễ dàng. Khi đường hầm chạy dọc theo trục nếp lõm thì do áp lực đất đá và áp lực nước đều lớn nên rất nguy hiểm cho thiết kế và thi công. Còn khi đường hầm bố trí ở các cánh của nếp uốn thì điều kiện làm việc tương tự khi các tầng đá nằm nghiêng.

Khi tuyến đường hầm vuông góc với đường phương của các tầng đá thì việc thiết kế và thi công tương đối phức tạp, do tuyến cắt qua nhiều loại đất đá khác nhau. Khi tầng đá nằm nghiêng có góc dốc nhỏ, phân lớp mỏng, thì dễ hình thành các nêm đá trượt xuống gây khó khăn cho thiết kế và thi công (*hình II-11*). Khi tầng đá dốc đứng, mức độ ổn định tốt hơn nhiều so với trường hợp bố trí song song với đường phương, các tầng kẹp mềm yếu trong trường hợp này không đáng ngại. Còn khi tầng đá vò nhàu, uốn nếp mạnh thì đó là điều kiện xấu nhất.



Hình II-11. *Đường hầm vuông góc với đường phương tầng đá*
a) Tầng đá nằm nghiêng ;
b) Tầng đá dốc đứng.

Trường hợp có đứt gãy sẽ làm cho nền công trình không đồng nhất, sinh ra thấm mất nước, mất ổn định của công trình. Các đứt gãy lớn, kéo dài thì việc xử lý rất khó khăn, tốn kém.

Khi xây dựng đập, các đứt gãy chạy dọc lũng sông thường rất nguy hiểm và cũng khó tránh. Đối với các đứt gãy xiên chéo lũng sông thì có thể xê dịch vị trí đập. Khi đường hầm cắt qua các đứt gãy sẽ ít bất lợi hơn khi chạy dọc theo đứt gãy (trong thoát nước thi công cũng như xử lý áp lực đá).

Vì vậy để đánh giá được mức độ ảnh hưởng của các biến vị kiến tạo cần phải nghiên cứu các vấn đề sau :

Thế nằm của đá và quan hệ của nó đối với công trình.

Quy mô phát triển và các đặc tính của khe nứt. Đá có khe nứt mở rộng, bị phân cắt thành các khối nhỏ sẽ có cường độ thấp, tính thấm lớn. Cần chú ý tới tính chất của loại vật liệu

lấp nhét khe nứt. Khi các khe nứt chứa thạch anh, canxit làm cho đá có cường độ lớn hơn khi chứa sét. Vật liệu sét có tác dụng làm giảm tính thấm nước của đá. Ngoài ra, cần tìm hiểu phương hướng phát triển chủ yếu của các hệ thống khe nứt.

Đối với các đứt gãy, cần nghiên cứu loại đứt gãy, quy mô và phương hướng phát triển của nó, đặc điểm của đới cà nát (mức độ vỡ vụn, gắn kết), phương hướng của đứt gãy đối với công trình.

Các chuyển động thăng trầm đang diễn ra với tốc độ rất nhỏ cũng có thể làm thay đổi chế độ thuỷ văn, cường độ xâm thực và tích tụ, ảnh hưởng đến điều kiện làm việc của các công trình thuỷ. Điều này cần chú ý khi quy hoạch, thiết kế các công trình giao thông, thuỷ lợi... Quân cảng Longbin thuộc bang California (Mỹ) xây dựng năm 1941 - 1945, vì không chú ý đến sự hạ xuống của bờ biển (vài centimét/năm) nên hiện nay, phần lớn xưởng đóng tàu và chữa tàu ở thấp hơn mực nước biển.

CHƯƠNG III

LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN VỎ QUẢ ĐẤT

§1. MỘT SỐ KHÁI NIỆM VỀ TUỔI ĐẤT ĐÁ VÀ NIÊN BIỂU ĐỊA CHẤT

1.1. Tuổi của đất đá và các phương pháp xác định

Tuổi của đất đá là khoảng thời gian từ khi đất đá được hình thành cho đến nay. Tuổi của đá macma bằng tuổi của khoáng vật tạo đá và được tính từ khi dung nham nguội lạnh, đông kết lại. Tuổi của đá trầm tích tính từ khi có sự trầm tích, vì vậy đá trầm tích thường có tuổi trẻ hơn các thành phần khoáng vật tạo nên nó. Còn đá biến chất, tuổi được tính từ khi các tác nhân biến chất bắt đầu tác dụng. Đối với các hiện tượng địa chất : thăng trầm, uốn nếp, đứt gãy... thì tuổi của nó được tính từ khi các hiện tượng địa chất đó bắt đầu hoạt động và được ghi lại trên đất đá mà nó hoạt động.

Tuổi của đất đá và các hiện tượng địa chất được xác định như trên gọi là *tuổi tuyệt đối* và được tính theo năm, triệu năm. Trong thực tế, do việc xác định tuổi tuyệt đối gặp nhiều khó khăn, tốn kém, nhiều khi người ta chỉ cần xét quan hệ già trẻ, trước sau giữa các tầng đá, các hiện tượng địa chất với nhau, gọi là *tuổi tương đối*. Dưới đây nêu lên một số phương pháp xác định tuổi:

1. Phương pháp đồng vị phóng xạ là phương pháp chính dùng để xác định tuổi tuyệt đối của đất đá. Nguyên tắc của phương pháp này là dựa vào sự có mặt của các nguyên tố phóng xạ và các đồng vị tương ứng là sản phẩm cuối cùng của sự phân huỷ nguyên tố phóng xạ ấy trong đất đá. Hiện nay các phương pháp đồng vị chì, đồng vị acgon, đồng vị cacbon được áp dụng rộng rãi để xác định tuổi đất đá. Để xác định tuổi của đá cổ, người ta chú ý đến các nguyên tố có chu kỳ bán huỷ dài như Th, U, còn với đá trẻ thì các nguyên tố có chu kỳ bán huỷ ngắn hơn như cacbon phóng xạ (C^{14}) sẽ chính xác hơn.

Cơ sở của phương pháp đồng vị chì như sau :

$$t = \frac{Pb^{206} + Pb^{208}}{U + 0,38Th} 7,4.10^9 \text{ năm}$$

Trong đó : t - thời gian tính ra năm ; U, Th, Pb^{206}, Pb^{208} - hàm lượng các nguyên tố tương ứng trong đất đá.

Theo phương pháp này, tuổi quả đất là 5000 triệu năm. Đá granit ở Phiabioc có tuổi 240 triệu năm, đá gabro - điorit Điện Biên Phủ có tuổi 250 triệu năm.

Ngoài phương pháp đồng vị chì, ta còn dùng phương pháp heli, stronxi, kali - acgon. Tuổi đất đá xác định bằng các phương pháp này khác nhau rất ít.

Tuổi của trầm tích mềm rời Đệ Tứ thường được xác định bằng phương pháp cacbon. Trong khí quyển các nơtron có tia vũ trụ tham gia vào phản ứng với đồng vị nitơ N^{14} cho đồng vị phóng xạ cácbon C^{14} có chu kỳ bán huỷ là 5568 năm.

Vì tỷ số giữa hàm lượng C^{13} và C^{14} trong khí quyển là cố định nên trong thực vật sống có sự trao đổi thường xuyên với khí quyển, tỷ số giữa C^{13} và C^{14} cũng không đổi. Nhưng sau khi chết, do sự phân hủy các chất hữu cơ, lượng C^{14} sẽ giảm xuống. Căn cứ vào tỷ lệ hàm lượng C^{14} và C^{13} trong di tích thực vật của đất đá có thể xác định thời gian thực vật đã chết và cũng chính là thời gian hình thành trầm tích.

2. *Phương pháp cổ sinh* xác định tuổi của đất đá dựa vào các hoá đá (hoá thạch) sinh vật có trong các lớp đất đá. Dựa trên thuyết tiến hoá của thế giới sinh vật, người ta đã xác định được thời gian phát sinh, phát triển và tiêu diệt của các loại sinh vật trong lịch sử địa chất. Cơ sở của phương pháp định tuổi cổ sinh là : các lớp đất đá có cùng tuổi thì phải cùng chứa một số loại hoá thạch nhất định; các lớp đất đá có tuổi khác nhau sẽ chứa các loại hoá thạch không giống nhau. Tuổi đất đá ứng với thời gian tồn tại của loài sinh vật hoá thạch ấy. Tuy nhiên không phải tất cả các hoá thạch đều có thể dùng để xác định tuổi mà chỉ một số loại tiêu biểu gọi là hoá thạch chỉ đạo (*hình III-1*). Hoá thạch chỉ đạo phải bảo đảm các yêu cầu sau :



Hình III-1. *Hoá thạch của loài nhuyễn thể trong Viện bảo tàng địa chất học ở Lêningrat*

- Loại sinh vật đó về số lượng đã phát triển rộng khắp trên quả đất ; có như vậy mới để lại nhiều hoá thạch.

- Loại sinh vật đó chỉ phát triển trong một thời gian ngắn, bảo đảm cho phạm vi xác định tuổi không quá lớn.

- Hoá thạch phải được bảo tồn tốt và dễ phân biệt với các loại hoá thạch khác.

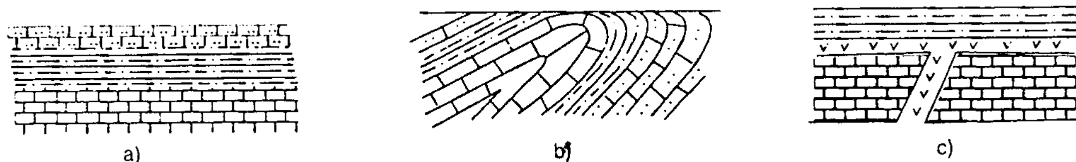
Hiện nay, phương pháp cổ sinh được dùng rất rộng rãi. Tuy nhiên phương pháp này chỉ áp dụng được cho đá trầm tích ; vì đá macma không có hoá thạch cũng như đá biến chất và các trầm tích cổ thì hoá thạch đã bị phân huỷ mất rồi.

3. Phương pháp thạch học dựa trên cơ sở so sánh thành phần thạch học các khu vực khác nhau. Nếu các khu vực đó đất đá giống nhau về thành phần kiến trúc, cấu tạo, sự sắp xếp và các đặc điểm khác thì có thể cùng một tuổi.

Phương pháp thạch học có thể áp dụng cho tất cả các loại đá nhưng thường là cho đá macma và đá biến chất. Đối với các tầng đá trầm tích chưa tìm thấy hoá thạch cũng có thể xác định tuổi bằng cách liên hệ với các tầng đá tương tự đã được xác định tuổi ở nơi khác. Khi dùng phương pháp thạch học người ta thường xác lập một tầng đá chuẩn (có tính chất đặc biệt về thành phần, màu sắc, bề dày...) gọi là tầng đánh dấu rồi dựa trên đó so sánh với các tầng khác.

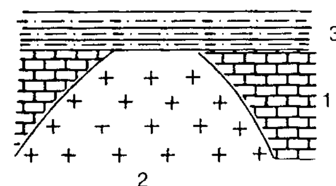
4. Phương pháp địa tầng dựa trên quan hệ thế nằm của các tầng đá với nhau để xác định tuổi tương đối của đất đá và các hiện tượng địa chất khác.

Đối với đá trầm tích chưa bị đảo lộn thế nằm, các tầng đá thành tạo trước nằm dưới, các tầng đá thành tạo sau nằm trên (*hình III-2a*). Trong trường hợp thế nằm bị biến đổi, áp dụng phương pháp này có rất nhiều khó khăn (*hình III-2b*). Đối với đá phun trào, hình thức thành tạo cũng tương tự đá trầm tích nên tìm quan hệ già, trẻ của nó cũng áp dụng theo quy luật trên (*hình III-2c*).



***Hình III-2.** Sơ đồ định tuổi tương đối của đá trầm tích và đá phun trào*
a) Tầng đá nằm ngang ; b) Đảo lộn thế nằm ; c) Phun trào.

Đối với đá xâm nhập, có thể dựa vào quan hệ với đá trầm tích vây quanh để xác định tuổi. Đá xâm nhập cắt tầng đá trầm tích hoặc làm biến chất đá trầm tích vây quanh thì trẻ hơn. Không có các hiện tượng trên thì đá xâm nhập cổ hơn (*hình III-3*).



***Hình III-3.** Sơ đồ xác định tuổi tương đối của đá xâm nhập. Thứ tự thành tạo 1 - 2- 3*

Đối với các hiện tượng địa chất như các pha kiến tạo uốn nếp, đứt gãy, phong hoá... thì thông qua các mặt cắt, phân tích quan hệ

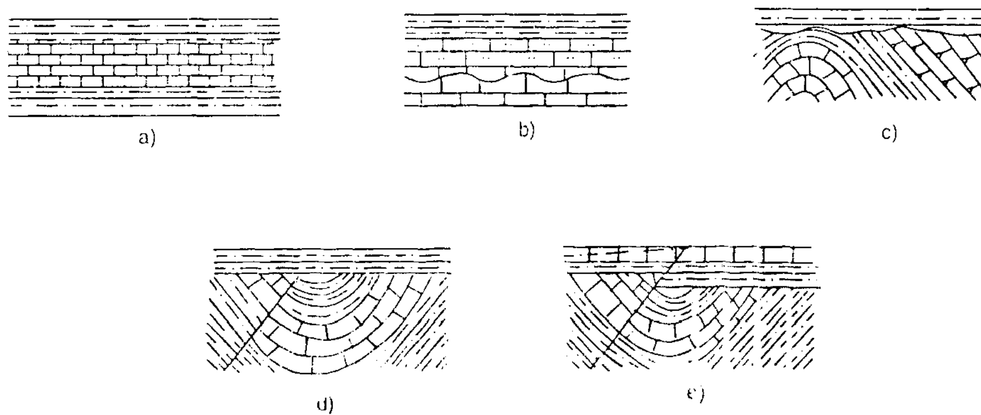
của chúng đối với các tầng đất đá sẽ xác định được giới hạn tuổi của chúng cũng như thứ tự hình thành chúng trong tự nhiên (*hình III-4*).

Hình III-4a là mối quan hệ tiếp xúc khớp đều, trầm tích liên tục.

Mối quan hệ không khớp địa tầng trên *hình III-4b* : Thế nằm của các lớp giống nhau nhưng có một giai đoạn trầm tích bị gián đoạn thể hiện ở mặt xâm thực bóc mòn, sau đó mặt đất lại chìm xuống dưới mặt nước, tiếp tục hình thành các trầm tích bên trên.

Mối quan hệ không khớp góc (*hình III-4c*) : Quá trình trầm tích cũng diễn ra tương tự ở *hình III-4b* nhưng còn xảy ra một quá trình uốn nếp trước khi bóc mòn, giữa thời kỳ trầm tích 1 (ở dưới) và thời kỳ trầm tích 2 (bên trên).

Hình III-4d thể hiện đứt gãy xảy ra đồng thời với uốn nếp và ở *hình III-4e* thì đứt gãy xảy ra muộn hơn.



Hình III-4. *Quan hệ giữa các tầng trầm tích với các chuyển động kiến tạo :*
a) Khớp đều ; b) Không khớp địa tầng ; c) Không khớp góc ;
d) Đứt gãy đồng thời với uốn nếp ; e) Đứt gãy sau uốn nếp.

1.2. Niên biểu địa chất

Từ các tài liệu đã thu thập được về lịch sử phát triển địa chất, cổ địa lý và cổ sinh vật từ khi hình thành vỏ quả đất cho đến nay, các nhà khoa học đã lập nên được một niên biểu địa chất sơ bộ, làm chỗ dựa cho việc nghiên cứu địa chất và như vậy, niên biểu địa chất ngày càng được bổ sung và chi tiết hơn.

Theo niên biểu địa chất hiện tại thì lịch sử phát triển địa chất của vỏ quả đất được chia ra làm 5 đại là: đại Thái cổ, đại Nguyên sinh, đại Cổ sinh, đại Trung sinh và đại Tân sinh. Trong mỗi đại đều có những nét tiêu biểu rõ rệt về hoạt động địa chất, đặc điểm địa lý và sự phát triển của thế giới sinh vật, trong đó đặc biệt quan trọng là sự sống, mà ngay tên gọi của đại cũng đã nêu lên.

Trong mỗi đại lại chia ra các kỷ, trong kỷ chia ra nhiều thế... (*bảng III-1*). Các tập đá được tạo thành tương ứng với các đại, kỷ, thế... là các giới, hệ, thống... được thể hiện theo bề dày của tập và đặc trưng về thạch học cùng các tính chất khác, gọi là thang địa tầng.

Bảng III-1. Niên biểu địa chất thế giới

Đại (Giới)		Kỷ (Hệ)	Thế (Thống)	Thời gian kéo dài triệu năm	Các chu kỳ kiến tạo lớn
Tân sinh Kainozo-KZ		Nhân sinh hay Đệ Tứ (Q) (Antropogen)	Q_{IV} Q_{III} Q_{II} Q_{I}	1 1	Chu kỳ Anpi
		Neogen (N)	Neogen thượng (Plioxen) N_2 Neogen hạ (Mioxen) N_1	25 26	
		Paleogen (Ꝑ)	Paleogen thượng (Oligoxen) $Ꝑ_3$ Paleogen trung (Eoxen) $Ꝑ_2$ Paleogen hạ (Paleoxen) $Ꝑ_1$	41 67	
Trung sinh Mezôzoi-MZ		Kreta (K)	Kreta thượng K_2 Kreta hạ K_1	70 137	
		Jura (J)	Jura thượng J_3 Jura trung J_2 Jura hạ J_1	55 - 58 195	Chu kỳ Kimmeri
		Triat (T)	Triat thượng T_3 Triat trung T_2 Triat hạ T_1	40 - 45 240	
Cổ sinh Paleozoi-PZ	Cổ sinh thượng Pz_2	Pecmi (P)	Pecmi thượng P_2 Pecmi hạ P_1	45 285	Chu kỳ Hecxini
		Cácbon (C)	Cácbon thượng C_3 Cácbon trung C_2 Cácbon hạ C_1	55 - 70 340	
		Đevon (D)	Đevon thượng D_3 Đevon trung D_2 Đevon hạ D_1	55 - 60 410	
	Cổ sinh hạ Pz_1	Silua (S)	Silua thượng S_2 Silua hạ S_1	30 - 35 440	Chu kỳ Caleđoni
		Ođovic (O)	Ođovic thượng O_3 Ođovic trung O_2 Ođovic hạ O_1	60 - 70 500	
		Cambri (Cm)	Cambri thượng (Cm_3) Cambri trung (Cm_2) Cambri hạ (Cm_1)	70 - 80 580	
Tiền Cambri	Nguyên sinh Protezo-zoi PR			2.000 2.600	
	Thái cổ Ackeo-zoi-AR			3.000 5600	

Tên gọi các đại theo giai đoạn phát triển của thế giới sinh vật, còn tên các kỷ theo tên địa phương lần đầu tiên nghiên cứu tầng đá đó (Cambri, Đevon, Pecmi, Jura...) hoặc theo tên đá đặc trưng nhất cho kỷ đó (cacbon...).

Ngoài thang địa tầng quốc tế còn có thang địa tầng địa phương và thang địa tầng tự do để thể hiện tỷ mỉ hơn địa tầng ở một khu vực, một nước nào đó, có tính chất cục bộ. Thang địa tầng của Việt Nam còn đang được hoàn chỉnh.

§2. SƠ LƯỢC VỀ LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN CỦA VỎ QUẢ ĐẤT

Theo các tài liệu đã thu được thì vỏ quả đất có lịch sử phát triển rất phức tạp, nó đã trải qua năm chìm bảy nổi để hình thành nên cấu trúc hiện nay. Các biến động lớn của quả đất qua các thời đại địa chất diễn ra như sau :

1. Đại Thái cổ (Ackeozoi - AR) là đại cổ nhất, kéo dài khoảng 3000 triệu năm. Thời kỳ này vỏ quả đất hoạt động mãnh liệt. Đất đá cho đến nay đã bị biến chất sâu sắc hiện còn gặp ở một số nơi là gơnai, đá phiến kết tinh, amfibolit. Hiếm hơn có đá hoa, quaczit... Cũng vì vậy, việc tìm hiểu đại này rất khó khăn. Sự có mặt các lớp đá hoa, cacbon ở dạng grafit cho phép nghĩ rằng ở cuối Thái cổ, sự sống đã xuất hiện.

2. Đại Nguyên sinh (Proterozoi - PR) là đại của sự sống đơn giản đầu tiên kéo dài gần 2000 triệu năm. Có mặt các sinh vật sơ đẳng : vi khuẩn, tảo. Đến cuối đại xuất hiện loại có bộ khung cứng. Đất đá đến nay đã bị biến chất, chủ yếu là đá phiến kết tinh, đá hoa, quaczit, granit, gơnai, mức độ biến chất kém hơn đá Thái cổ.

Trong suốt đại này, vỏ quả đất ở vào tình trạng không ổn định, có các quá trình tạo núi kèm theo sự chia cắt lục địa. Phun trào theo hệ thống các khe nứt chia cắt đó. Ở cuối đại, vỏ quả đất chuyển sang trạng thái ổn định hơn. Các vùng vững chắc, ổn định gọi là nền (nền Canađa, nền Braxin, nền Nga, nền Xibêri, nền Đông Trung Quốc, nền Tarim, nền Ấn Độ, nền Úc...), còn các vùng hoạt động bao quanh vùng nền là địa máng (hay địa tào).

3. Đại Cổ sinh (Paleozoi - PZ) kéo dài 345 triệu năm. Địa máng hoạt động rộng khắp với 2 chu kỳ hoạt động lớn là Calêđoni và Hecxini, làm thay đổi nhiều lần lục địa và đại dương. Động vật không xương sống phát triển mạnh, phát triển thực vật lộ trần. Ứng với hai giai đoạn uốn nếp lớn, người ta chia hai phụ đại là Cổ sinh hạ (PZ_1) và Cổ sinh thượng (PZ_2).

Ở *Cổ sinh hạ*, bao gồm các kỷ Cambri (Cm), Odovic (O), Silua (S), có hoạt động uốn nếp Caleđoni tạo các dãy núi Calêđonit và sau này thành các nền cổ sinh hạ. Hầu hết quá trình này xảy ra ở vùng gần kề với nền nguyên sinh. Về thực vật có loại cấp thấp sống ở môi trường nước; cuối Silua xuất hiện thực vật trên cạn đầu tiên. Động vật phổ biến có bọ ba thuỳ (trilobita), tay cuộn (Brachiopoda), chén cổ (Archacocyatha)... xuất hiện những động vật trên cạn đầu tiên.

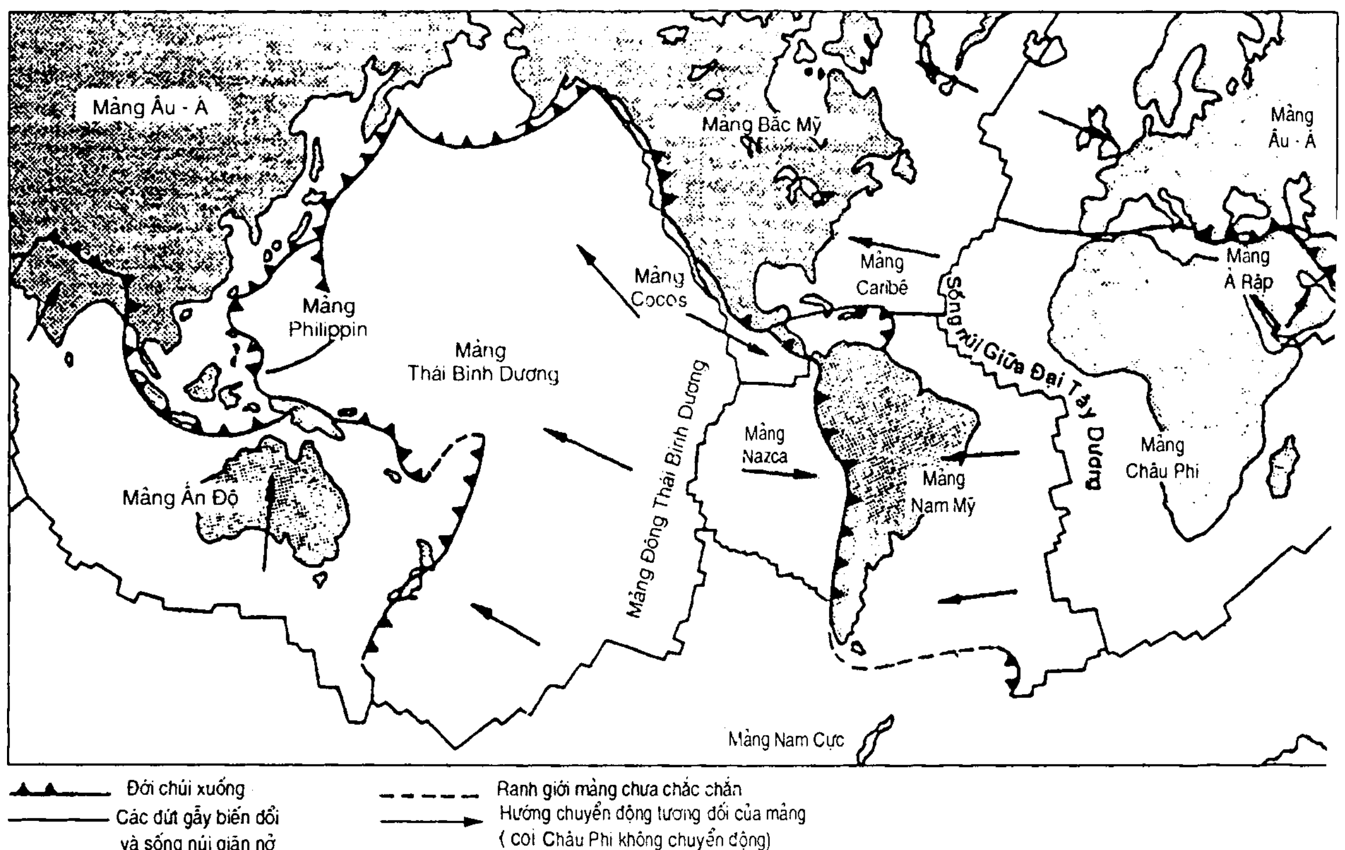
Ở *Cổ sinh thượng*, bao gồm các kỷ Đevon (D), Cacbon (C) Pecmi (P), có hoạt động uốn nếp Hecxini, tạo các núi Hecxinit, mở rộng miền nền đã được thành tạo trước đây (vào tiên Cambri và Caleđoni) và hợp nhất nền Nga, Xibêri, Tarim, thành nền Âu - Á khổng lồ. Nền Canađa và nền nhỏ ở cao nguyên Côlôrađô (Bắc Mỹ) cũng liên kết với nhau. Trong Cổ sinh thượng phát triển thực vật lộ trần (Psilophyta), quyết thực vật (Lepidophyta, Sphenopsida,

Pteridospermae...). Cuối Pecmi thực vật có hoa hạt trần thay thế vai trò quyết thực vật. Về động vật tiếp tục phát triển ruột khoang, tay cuộn có khớp ; phát triển Fusulinida của trùng lỗ (Foranlinifera), Goniatites của lớp chân đầu. Động vật có xương sống sống trên cạn như lưỡng cư cổ (Stegocephalia), bò sát khổng lồ bắt đầu xuất hiện.

4. *Đại Trung sinh* (Mezozoi - MZ), gồm ba kỷ là Triat (T), Jura (J) và Kreta (K), kéo dài khoảng 45 triệu năm. Kết quả của hoạt động địa máng ở Trung sinh là tạo nên các nền bằng Trung sinh theo kiểu thừa kế. Những núi thừa kế của dải Mezozoit có thể kể là dãy Alaska, Nham Sơn, Siera Nêvađa và Siera Mađơrê (Bắc Mỹ), Patagôni (Nam Mỹ), Bankan, Veckhôiăng, quần đảo Indonexia... Các miền nền Trung sinh ăn khớp với các nền cổ hơn. Tác dụng tạo núi Trung sinh đã nối liền hai nền bằng Nguyên sinh Ocđot và Đông Trung Quốc với nền Âu - Á.

Về thực vật phát triển thông, tuế, tùng bách, dương xỉ. Đến cuối kỷ Krêta xuất hiện thực vật hạt kín. Động vật có các loại : cúc đá (Ammonitida), tên đá (Belleminitida), cá xương, đặc biệt là bò sát và bò sát khổng lồ phát triển mạnh.

5. *Đại Tân sinh* (Kainozoi - KZ) kéo dài gần 70 triệu năm bao gồm các kỷ Paleogen (P_x), Neogen (N), và Đệ Tứ hay Nhân sinh (Q).



Hình III-5. *Các mảng thạch quyển chính với hướng di chuyển và các kiểu ranh giới hiện đại*

Ở đại Tân sinh có hoạt động tạo núi Anpi, dựng lên nhiều dãy núi hiện đại như các núi nam Alaska, ven bờ Bắc Mỹ, California, Cocdilie hay Andơ (Nam Mỹ), Pirana, Apenin, Anpơ, các núi trên bán đảo Bankan, dãy Hymalaya, các núi ở Tây bắc Đông Dương, các núi trên quần đảo Indonexia... được tất cả các dãy núi uốn nếp Anpi hiện nay vẫn còn tiếp tục dâng cao, chưa chuyển thành vùng nền.

Hiện nay còn một số vùng hoạt động chưa thấy sinh ra các uốn nếp như ở Nam dãy Hymalaya (vùng hạ lưu sông Inđut và sông Hằng), phạm vi biển Caxpi và Hắc Hải, những phần riêng biệt của Địa Trung Hải, các đảo Nhật Bản, biển Ôkhôt, vịnh Mehico, biển Caraip... mà qua quan sát còn thấy xảy ra nhiều trận động đất và hoạt động núi lửa.

Trong kỷ Paleogen và Neogen phát triển các loài có vú cao đẳng, chim, cá xương, thân mềm, gần giống hiện đại. Trong giới thực vật phát triển loài hạt kín, đến Neogen đã bắt đầu thấy loài khỉ dạng người.

Đến kỷ Đệ Tứ thì động vật, thực vật có thể nói gần giống như hiện nay. Trong các tầng đá thuộc phần dưới của kỷ này đã tìm thấy di tích của loài người cùng với các vết tích văn hoá của họ. Có lẽ hiện tượng băng hà xâm lấn đã làm cho hàng loạt động vật và thực vật bị tiêu diệt, kèm theo là sự phân chia thực vật theo đới khí hậu như hiện nay. Quá trình tách giãn các mảng lục địa để hình thành nên các châu lục và đại dương như hiện nay, xảy ra từ cuối kỷ Jura được thể hiện trên *hình III-5*.

§3. ĐÔI NÉT VỀ LỊCH SỬ ĐỊA CHẤT VIỆT NAM

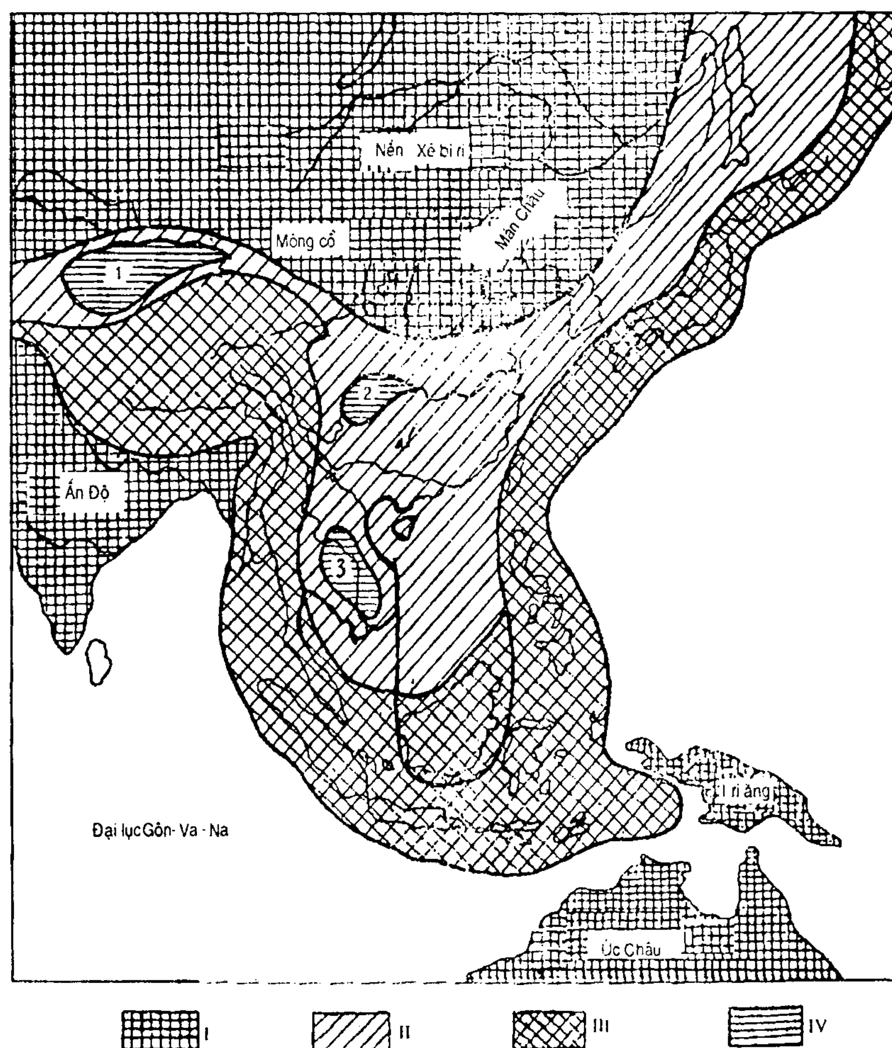
Lãnh thổ nước ta cũng đã trải qua một lịch sử phát triển địa chất lâu dài và phức tạp với nhiều giai đoạn vận động uốn nếp, đứt gãy... Hiện nay chúng ta đã thành lập xong bản đồ địa chất 1: 500.000 và đang thành lập bản đồ có tỷ lệ lớn hơn.

Các hoạt động địa chất ở nước ta có liên quan chặt chẽ với khu vực Đông Nam Châu Á (bao gồm cả Lào, Campuchia, Đông Thái Lan, Nam Trung Quốc). Đây là một bộ phận của khu vực địa máng nằm giữa hai khối lục địa rộng lớn ở phía bắc là khối nền bằng Xibêri, còn ở phía nam là lục địa Gonvana. Trong địa máng này cũng có những mảng nhỏ nền Tiền Cambri, di tích của nền bằng Âu - Á trước kia ; sau chu kỳ kiến tạo Inđoxini hình thành khối nền Inđoxinit bao gồm miền Nam Việt Nam, Hạ Lào, Campuchia và miền Đông Thái Lan (*hình III-6*).

Lịch sử phát triển địa chất Việt Nam gắn chặt với lịch sử địa chất - địa lý tự nhiên của khu vực Đông Nam Á. Nếu miền Bắc Việt Nam thực tế có thể coi như một nhánh của núi - cao nguyên Vân Quý (Trung Quốc) chạy về phía đông nam thì miền Nam Việt Nam lại gắn với toàn bộ miền Tây bán đảo Đông Dương.

Lãnh thổ Việt Nam, phát triển chung quanh một số địa khối nền cổ, gồm những đá biến chất mạnh, có tuổi từ Thái cổ đến Cổ sinh.

Đơn vị nền móng lớn nhất là Inđoxinit, mà bộ phận nằm trong lãnh thổ Việt Nam là khối Kon Tum. Quá về phía bắc, trong biển địa máng có những mảnh nền nhỏ hơn nằm rải rác như khối Rào Cỏ, Pulaileng, Puhuat, Sông Mã, Hoàng Liên Sơn. Nhìn chung là những địa bối tà nằm song song theo hướng tây bắc - đông nam.



Hình III-6. *Việt Nam trong kiến trúc Châu Á*

I. Các lục địa kẹp những nếp uốn Trung sinh và Tân sinh vào giữa; II. Khu vực uốn nếp Trung sinh (Inđoxinit) chiếm ưu thế; III. Khu vực uốn nếp Tân sinh (Hymalaya) chiếm ưu thế; IV. Những mảng đá bào mòn và không uốn nếp của nền Âu - Á cũ : 1. Tarim ; 2. Tứ Xuyên ; 3. Inđoxnia.

Tất cả các đơn vị nền móng ấy có tính chất đồng nhất về mặt cấu tạo vì chúng đều là những mảnh sót lại của một nền bằng lớn bị vỡ ra. Còn ở những nơi bị nứt vỡ ấy thì chế độ địa máng lại bắt đầu.

Vào thời kỳ Cambri, một khu vực lớn ở Việt Bắc từ thượng nguồn sông Chảy đến Hà - Tuyên bị lún chìm dưới mực nước biển và lắng đọng trầm tích dày tới 5000 mét, gồm các loại đá phiến, đá vôi xen lẫn đá phiến, đá sét vôi, bột kết chứa rong tảo, bọ ba thuỳ. Ở các vùng Cao Bằng, Móng Cái, ven sông Hồng, ở Trung bộ khi đó cũng là biển và ở nhiều nơi trầm tích rất dày.

Đến cuối Silua, toàn bộ lãnh thổ nước ta (trừ một vùng trũng từ Lai Châu qua Điện Biên tới Sơn La, Sầm Nưa) bị uốn nếp dâng cao tạo nên các khối nâng chính Tấn Mài (Quảng Ninh), CôTô, Đà Lạt, vòm thượng nguồn sông Chảy.

Vào thời kỳ Đêvon, dài 80 triệu năm, tất cả các miền, trừ khối nâng Kon Tum, lại bị lún chìm dưới mực nước biển, lắng đọng các trầm tích dầy tới hàng nghìn mét. Trầm tích Đêvon ở Trường Sơn có lẽ dày nhất, đạt tới 3500m.

Đến cuối Đêvon xảy ra uốn nếp dâng cao, các trầm tích Đêvon lại nhô khỏi mặt nước. Miền Nam Trung bộ nổi lên thành núi và gắn liền vào khối Kon Tum. Từ phía bắc Quảng Nam trở ra hình thành vùng uốn nếp Trường Sơn, còn các trầm tích phía đông sông Lô uốn nếp tạo nên các cánh cung Sông Gâm, Bắc Sơn, Đông Triều ôm lấy vòm sông Chảy. Đồng thời với chuyển động cuối Đêvon (Hecxini) có hoạt động macma mãnh liệt gây nên hiện tượng granit hoá ở vòm Sông Chảy, núi Láng và tạo nên các núi granit dọc Trường Sơn, Mường Xén, Đồng Hới, Hải Vân...

Vào đầu thời kỳ Cacbon, toàn vùng từ bắc Quảng Nam trở ra lại chìm xuống biển, trong khi đó lãnh thổ từ nam Quảng Nam trở vào tiếp tục dâng lên thành núi. Thời kỳ này kéo dài từ Cacbon đến Pecmi sớm. Trong biển Cacbon và Pecmi sớm, ngoài san hô, tay cuộn, sinh sôi rất nhiều trùng lỗ, một loại động vật có xác cứng bằng cacbonat canxi mà ở nhiều nơi nó đã tạo nên các tầng đá vôi dày tới hàng nghìn mét, trong đó dày nhất là ở vùng Bắc Sơn (2000m).

Cuối Pecmi sớm, các trầm tích đá vôi được dâng cao một thời gian ngắn và bị bào mòn thành một bề mặt gồ ghề. Nhiều miền đã nổi lên hẳn, sau này không bị sụt xuống nữa, đó là vòm Sông Chảy, các cánh cung Bắc Sơn, Sông Gâm, Ngân Sơn, đông bắc sông Hồng, vùng Hoàng Liên Sơn, Bắc Trường Sơn, Kon Tum, Nam Trung Bộ.

Bước vào đầu Pecmi muộn hoặc Triat, một số vùng lại sụt lún thành các miền trũng An Châu, Sông Đà, Sông Hiến, Mường Tè, Sầm Nưa.

Trũng Sông Đà chạy dài từ Lai Châu qua Sơn La, Mộc Châu xuống tận Ninh Bình là một trũng hẹp, sâu, có dạng một địa máng nhỏ. Do sụt lún, vỏ quả đất bị nứt ra, núi lửa phun lên những dung nham bazan dày tới 300 ÷ 400m bao lấy những thấu kính đá vôi ở dưới biển. Bề dày của trầm tích và đá phun trào trong trũng Sông Đà đạt tới 6000m.

Trũng An Châu có hình một tam giác chạy từ Vĩnh Phúc qua Bắc Giang, An Châu, lên đến Đình Lập, Mẫu Sơn. Trong trũng đọng đá cát kết, bột kết chứa hoá đá chân rìu, cúc đá và đá phun trào axit riolit... Bề dày trầm tích trong trũng An Châu tới 5000m.

Trũng Sông Hiến chạy từ Bảo Lạc qua Cao Bằng tới Đông Khê, Thất Khê. Trong trũng lắng đọng sét, cát, bột kết có lẫn tro núi lửa, có chứa di tích cúc đá. Toàn bộ tầng trầm tích và đá phun trào dày 2000m.

Trũng Sầm Nưa kéo dài từ phía tây trũng Sông Đà qua Sầm Nưa, tây Thanh Hoá đến Hà Tĩnh ; hình thành cùng với trũng Sông Hiến. Trong trũng lắng đọng các đá nguồn gốc núi lửa, cát kết, bột kết, đá phiến, đá vôi có chứa cúc đá và chân rìu.

Ở miền Nam, một trũng hẹp chạy dài từ hạ lưu sông Đồng Nai đến tận vùng Bản Đôn. Trong trũng này lắng đọng rất nhiều cát kết, bột kết, có chứa di tích cúc đá và chân rìu.

Đồng thời với những hoạt động núi lửa, còn có những hoạt động macma xâm nhập, tạo nên những khối đá granit ở Nậm Meng (Lai Châu), Nậm Rốm (Điện Biên), Bù Rình (Thanh Hoá), Ngân Sơn (Bắc Cạn).

Đến cuối Triat, các chuyển động tạo núi mãnh liệt (chuyển động Indoxini) làm cho các trầm tích trong tất cả các trũng trên bị uốn nếp mãnh liệt. Riêng trũng Đồng Nai - Bản Đôn khi đó vẫn còn là eo biển.

Chuyển động Indoxini cũng tạo nên những hố sụt, những đầm hồ. Nhờ khí hậu nóng ẩm, ở các vùng đầm hồ đó, rừng cây rậm rạp phát triển, sau bị chôn vùi thành các bể than Thái Nguyên - Quảng Ninh, Sông Đà, Ninh Bình. Đồng thời cũng có các hoạt động mácma xâm nhập mãnh liệt, tạo nên gabro núi Chúa, núi Pụt, granit Phiabioc, Chợ Chu, Kim Bôi, Điện Biên và nhiều nơi ở Tây Nguyên.

Như vậy, đến cuối Triat là chấm dứt chế độ địa máng ở Việt Nam. Thời kỳ sau địa máng bắt đầu cách đây hơn 200 triệu năm và kéo dài từ đó cho tới ngày nay.

Vào thời kỳ Jura, các thành tạo trầm tích nguồn gốc núi lửa lục địa màu đỏ hình thành ở trong một loạt các vùng trũng ở Nghĩa Lộ, Tú Lệ, ở Bắc Trung bộ và bắc Sông Đà.

Ở miền Nam đến hết thời kỳ Jura, biển vẫn còn tồn tại ở bể than Nông Sơn và eo biển Đồng Nai. Cuối Jura và đầu Krêta việc tạo thành các tầng trầm tích nguồn gốc núi lửa mới đình lại.

Vào kỷ Krêta bắt đầu lắng đọng các trầm tích lục địa màu đỏ trong vùng trũng giữa núi như ở Hà - Bắc, Bắc - Thái, Lạng Sơn, Sơn La, Thanh Hoá, Quảng Bình... Khác với các tầng màu đỏ Jura, đặc trưng của tầng màu đỏ Krêta là nguồn cung cấp vật liệu vụn mang tính địa phương. Cuối Krêta xuất hiện nhiều xâm nhập granit ở Phanxipăng, Phiauăc, Sơn Dương.

Vào thời kỳ Tân sinh, do ảnh hưởng của chuyển động Anpi mà nhiều nơi bị nứt nẻ, đứt gãy. Có miền được nâng lên, có miền bị sụt xuống. Một loạt đứt gãy mới phát triển trên các đứt gãy xưa kia, như các đứt gãy dọc theo các sông : Sông Lô, Sông Chảy, Sông Hồng, Sông Mã, Sông Kỳ Cùng, Sông Ba... và hình thành các hồ cổ như : Na Dương, Cao Bằng, Thất Khê, Tuyên Quang, Đoan Hùng, Yên Bái, Vũ Ển, Lạc Thiện... suốt kỷ Neogen.

Sang kỷ Đệ Tứ, kiểu đứt gãy và chuyển động kiến tạo Neogen vẫn còn tiếp tục, dẫn đến sự hình thành vùng trũng Hà Nội, gây ra biển thoái ở đới ven bờ, hình thành một quần đảo ở vịnh Bắc Bộ và gây ra phun trào bazan trẻ ở Nam Trường Sơn, (Gia Lai, Đắc Lắc, Lâm Đồng...).

§4. ĐỊA MẠO

Địa mạo là hình dạng mặt đất có xem xét đến nguyên nhân hình thành và xu thế phát triển của nó. Địa mạo là một yếu tố cơ bản của môi trường địa chất nói chung và địa kinh tế, địa quân sự, địa chính trị... nói riêng. Do cấu tạo địa chất bên trong, do điều kiện sinh thành và lịch sử biến đổi không giống nhau mà đặc trưng địa mạo mỗi nơi mỗi khác. Để khai thác địa mạo, với bất cứ mục đích nào, cần nghiên cứu phân loại chúng trên cơ sở phân tích nguyên nhân hình thành và xu thế phát triển của nó.

4.1. Các loại địa mạo theo nguyên nhân hình thành

Theo nguyên nhân hình thành có thể chia ra địa mạo kiến tạo, địa mạo xâm thực bóc mòn, địa mạo bồi tụ,.. mà hình thái bên ngoài thường phản ánh trung thành lịch sử sinh thành và cấu tạo bên trong của địa mạo đó.

Địa mạo kiến tạo hình thành do sự vận động kiến tạo, phản ánh đầy đủ đặc điểm kiến trúc và cấu tạo địa chất dưới sâu. Thông thường thì đây là dạng địa mạo cơ bản hình thành địa mạo hiện đại. Hình dạng địa mạo có liên quan chặt chẽ với các đứt gãy, các nếp uốn, thành phần và tính chất đất đá phân bố ở khu vực.

Địa mạo xâm thực liên quan với hoạt động phá hoại của dòng chảy (nước mưa, nước sông, nước ngầm...). Những hoạt động này làm biến đổi rất mãnh liệt hình thái địa mạo theo thời gian.

Địa mạo tích tụ (thềm sông, bãi bồi...) là kết quả lắng đọng của các sản phẩm do dòng nước, do gió đem tới.

Theo độ cao, hình dáng có thể chia ra hai nhóm địa mạo : địa mạo dương có dạng lồi lên so với mặt phẳng nằm ngang, được bao quanh bởi các yếu tố địa mạo thấp hơn và địa mạo âm có dạng lõm xuống, được bao quanh bởi các khu vực địa mạo nâng cao.

Các dạng địa mạo dương

Rặng núi - hệ thống liên tục các dải núi và các đỉnh núi, cao hơn rất nhiều so với mực nước biển (Hymalaya...).

Dãy núi - dải nâng cao hẹp, dài với độ dốc các sườn lớn hơn 20^0, đỉnh bằng phẳng hoặc tròn (dải Trường Sơn, dải Hoàng Liên Sơn...).

Núi - dạng địa mạo dương có độ cao tương đối lớn hơn 200m, các sườn dốc đứng (Núi Bà Đen, Núi Chúa...).

Đỉnh và ngọn núi là các điểm cao nhất của dãy núi và rặng núi, đỉnh núi có thể bằng phẳng, dạng vòm, dạng lăng tháp, dạng hình nón (đỉnh Chômôlungma...).

Sơn nguyên - đồng bằng rộng lớn trên núi, hơi nâng cao, có đỉnh bằng phẳng, có sườn biểu hiện rõ ràng (Lâm Viên...).

Cao nguyên - đồng bằng cao, bằng phẳng, thường được giới hạn bởi các sườn dốc đứng biểu hiện rõ ràng (cao nguyên Đắc Lắc, cao nguyên Di Linh, cao nguyên Mộc Châu...).

Dải đồi - dải nâng cao kéo dài với các sườn thoải bằng phẳng hoặc lồi và bề mặt đỉnh bằng phẳng hoặc hơi lồi (vùng đồi Bắc Giang, vùng đồi Đông Triều...).

Đồi - khoảng cao riêng biệt dạng vòm hoặc dạng hình nón với các sườn thoải.

Các dạng địa mạo âm

Lòng chảo - vùng có độ sâu lớn và sườn dốc đứng, còn vùng trũng là khoảng hạ thấp có độ sâu không lớn, sườn thoải. Thung lũng - vùng hạ thấp kéo dài không khép kín, sườn có độ dốc khác nhau, nhiều khi phức tạp do các thềm sông, đất trượt, mương xói...

Khe hẻm - hõm sâu kéo dài, sườn bị thực vật che kín hoặc phủ khắp. Chiều dài có thể đạt tới vài kilômet (hẻm Sông Đà).

Mương xói - hõm sâu kéo dài, thường có sườn trần, dốc đứng. Chiều sâu và chiều dài của mương xói rất khác nhau. Mương xói nhỏ thì gọi là rãnh xói.

Các chỉ tiêu trắc lượng hình thái cần chú ý đến là : độ cao tuyệt đối, chiều sâu, mật độ chia cắt, góc nghiêng mặt đất... Mật độ hoặc cường độ chia cắt ngang xác định bằng chiều dài mạng lưới xâm thực (tính bằng *km* trên $1km^2$). Độ sâu chia cắt hoặc cường độ chia cắt đứng xác định bằng trị số cao tương đối.

Các phức hệ địa mạo hiện đại được thể hiện trong *bảng III-2*.

Bảng III-2. Các phức hệ hình thái địa mạo (theo A.I.Xpiridonov)

Loại địa mạo	Loại hình thái	Loại trắc lượng hình thái			
		Theo độ cao tuyệt đối	Theo độ cao tương đối (độ sâu chia cắt)	Theo mật độ chia cắt (khoảng cách các đỉnh chia nước kể từ gốc bóc mòn gần nhất)	Theo góc dốc
Địa mạo đồng bằng (dao động độ cao đến 10*m*)	Lượn sóng, gò đống, đồi thấp dài, trũng, hõm...	Thấp : 0 ÷ 200*m* cao : 200 ÷ 500*m* Cao nguyên : hơn 500*m* Cao nguyên thấp: 500 ÷ 750*m* Cao nguyên cao trung bình : 750 ÷ 1000*m* Cao nguyên cao : 1000 ÷ 2500*m* Cao nguyên rất cao : hơn 2500*m*	Rất nhỏ : 0 ÷ 1*m* Nhỏ : 1 ÷ 2,5*m* Trung bình : 2,5 ÷ 5*m* Lớn : 5 ÷ 7,5*m* Rất lớn : 7,5 ÷ 10*m*	Chia cắt rất yếu: hơn 2000*m* Chia cắt yếu : 1000 ÷ 2000*m* Chia cắt trung bình: 500 ÷ 1000*m*	Thoải ngang : $0 \div 1^0$ Thoải : $1^0 \div 2^0$ Thoải nghiêng $4^0 \div 6^0$ Nghiêng : $6^0 \div 8^0$ Nghiêng dốc : $8^0 \div 10^0$
Địa mạo đồi (dao động độ cao 10÷100*m*)	Lượn sóng, đồi, dải đồi, trũng hõm, khe suối, thung lũng,..	Thấp : 0 ÷ 200*m* Cao : 200 ÷ 500*m* Sơn nguyên : hơn 500*m* Sơn nguyên thấp : 500 ÷ 750*m* Sơn nguyên cao trung bình : 750 ÷ 1000*m* Sơn nguyên cao : 1000 ÷ 2500*m* Sơn nguyên rất cao : hơn 2500*m*	Nhỏ: 10 ÷ 25*m* Trung bình : 25 ÷ 50*m* Lớn: 50 ÷ 75*m* Rất lớn : 75 ÷ 100*m*	Chia cắt bình thường : 100 ÷ 500*m* Chia cắt mạnh: 50 ÷ 100*m* Chia cắt rất mạnh: nhỏ hơn 50*m*	Dốc thoải : $10^0 \div 15^0$ Dốc vừa : $15^0 \div 30^0$ Dốc : $30^0 \div 45^0$ Rất dốc : $45^0 \div 60^0$ Dốc đứng : hơn 60^0
Địa mạo núi (dao động độ cao hơn 100*m*)	Mạch núi, đảo núi có đường nét mềm mại hoặc sắc cạnh	Thấp : đến 200*m* Hơi cao : 200 ÷ 500*m* Cao trung bình : 500 ÷ 1000*m* Cao : 1000 ÷ 2500*m* Rất cao : 2500 ÷ 5000*m* Cực cao : hơn 5000*m*	Nhỏ : 100 ÷ 250*m* Trung bình : 250 ÷ 500*m* Lớn : 500 ÷ 750*m* Rất lớn : 750 ÷ 1000*m* Cực lớn : hơn 1000*m*		

4.2. Các nhân tố hình thành địa mạo

Địa mạo là yếu tố quan trọng nhất của thể tổng hợp địa lý tự nhiên, bởi vì ở trên mặt địa mạo mới có sự tiếp xúc chặt chẽ của tất cả các thành phần và nhân tố tham gia cấu tạo nên hoàn cảnh tự nhiên : đất đá, không khí, nước, thổ nhưỡng, sinh vật, bức xạ mặt trời, lực kiến tạo...

Trong sự hình thành địa mạo nội lực và ngoại lực luôn luôn cùng tác động. Trong những trường hợp cụ thể, tuỳ lúc và tuỳ nơi, tác dụng nội lực chiếm ưu thế hơn tác dụng ngoại lực, hay ngược lại. Nhưng không bao giờ chỉ có tác dụng này mà không có tác dụng kia. Không phải đợi cho nội lực làm xong công việc của nó rồi ngoại lực mới bắt đầu xuất hiện. Chuyển động kiến tạo cũng diễn ra từ từ, lâu dài, trừ các pha cao độ của nó. Có khi một chuyển động kiến tạo không dẫn đến một địa mạo đáng kể, vì rằng mặt đất nâng lên đến đâu bị xâm thực bóc đi đến đấy. Dưới đây ta lần lượt xét ảnh hưởng của nhân tố kiến tạo, đất đá, khí hậu đến sự hình thành địa mạo.

1. Nhân tố kiến tạo

Sự tương phản và xu hướng chủ yếu phát triển của các loại địa mạo (núi, đồi, đồng bằng...) là kết quả chủ yếu của các chuyển động kiến tạo trên các đơn vị cấu tạo cơ sở.

Sự uốn nếp tạo núi thường xảy ra ở trong vùng địa máng. Các thành phần chuyển động theo chiều thẳng đứng với những khu vực nâng lên và sụt xuống đã dẫn đến độ cao của mặt đất chênh lệch nhau khá lớn. Các khu vực nâng lên hình thành các vùng núi uốn nếp; độ cao các khu vực này thường thay đổi, cao nhất hiện nay là đỉnh Chômôlungma ở dải Hymalaya, tới 8882*m*. Các khu vực sụt xuống tạo nên các vùng biển, đại dương, nơi sâu nhất hiện nay là hố Marian ở Thái Bình Dương, trên 11*km*. Độ cao địa mạo chênh lệch thúc đẩy hoạt động xâm thực, bồi tích tác dụng trực tiếp đến sự biến đổi địa mạo hiện tại.

Đặc biệt các vận động kiến tạo đã hướng dẫn mạng lưới thuỷ văn hiện tại cũng như tăng cường mạnh mẽ sức đào sẻ của sông ngòi. Mạng lưới thuỷ văn thường phát triển dọc theo các đới phá huỷ kiến tạo. Ở đó cường độ của đất đá giảm, thuận lợi cho khả năng đào sâu của dòng chảy trên mặt. Sông Hồng nằm trong trường hợp đó : thung lũng sông gần như thẳng tắp theo hướng phát triển của đứt gãy. Ở Việt Nam hầu hết sông ngòi đều bị chi phối bởi kiến tạo địa chất, hầu hết các sông đều có hướng tây bắc - đông nam hoặc đông bắc - tây nam.

2. Nhân tố đất đá

Tuỳ theo sự sắp xếp các tầng đá, tình hình xuất lộ, điều kiện khí hậu... những đất đá có tính chất khác nhau đã ảnh hưởng không giống nhau đến sự hình thành và phát triển của địa mạo, ở Việt Nam ta, nhìn vào địa mạo có thể biết được đó là do loại đất đá nào tạo nên.

Các đất đá loại sét dễ bị phá huỷ khi có tác dụng của nước thường tạo thành những núi hình dạng mềm mại hoặc những đồi bát úp bao bọc từng khoảng thung lũng rộng, đáy bằng.

Các đá gơnai, gơranit bị phân huỷ dễ hơn do phong hoá hoá học kết hợp với phong hoá vật lý, thường tạo nên các núi đỉnh tròn, sườn thoải. Còn các đá pocfirit, riolit tương đối bền vững thì tạo nên các núi đỉnh hơi nhọn, sườn khá dốc.

Đá vôi dễ bị karst hoá cho ta các địa hình karst rất đặc trưng : đá tai mèo, rừng đá, phễu karst, hang động, sông ngầm... Ở trên mặt, địa hình karst đá vôi có hình thái lởm chởm, vách thành dựng đứng.

Khi sông chảy qua vùng đất đá mềm như đất đá sét thì thung lũng rất rộng, thoải và đối xứng ; còn qua vùng đá cứng (đá vôi, đá kết tinh) thì thung lũng cũng cân đối nhưng lòng sông sẽ hẹp và sâu. Ảnh hưởng này ta thấy rõ ở thung lũng sông Thương, sông chảy giữa miền tiếp xúc một bên là núi đá vôi của dãy Bắc Sơn, và một bên là đất đá sét của núi Bảo Đài. Thung lũng ở đây mất cân đối : bên phải là núi đá vôi thì sườn cao vách đứng, bên trái là núi đất đá sét thì sườn thoải, rộng hơn nhiều. Cũng do độ cứng khác nhau của đất đá mà lòng sông thường có những thác ghềnh, Sông Đà, Sông Đồng Nai là những ví dụ điển hình.

Ngoài ra, tuỳ độ thấm nước của đất đá mà ta thấy ở mỗi nơi sông ngòi có mật độ khác nhau. Do tính ít thấm nước của đá phiến nhất là đá sét cho nên mật độ sông ở những miền này rất dày. Còn những miền đất đá dễ thấm nước thì mật độ thưa hẳn.

Thế nằm của tầng đá cũng ảnh hưởng đến dạng địa mạo. Trường hợp tầng đá ở dạng đơn nghiêng thì dạng địa mạo sẽ không đối xứng và mặt đất ở đây thường thoải hơn theo hướng đổ của tầng đá.

3. Nhân tố khí hậu

Khí hậu ảnh hưởng đến địa mạo hoặc trực tiếp - do những hiện tượng khí tượng, thuỷ văn hoặc gián tiếp - qua thực vật và thổ nhưỡng.

Chế độ mưa theo mùa đã gây nên xâm thực cơ giới rất mạnh. Những trận mưa đầu mùa hạ rơi xuống mặt đất đá bị hun nóng, nứt nẻ, làm phát sinh các rãnh xói, nhất là ở những nơi đã mất hết lớp phủ thực vật. Kèm theo đó là hiện tượng trượt đất, đá lở, dòng lũ bùn đá hay chí ít là nước sông suối đục ngầu.

Lượng mưa lớn trong mùa lũ khiến sức đào xói của sông ngòi tăng lên. Thung lũng hẻm vực thường thấy ở những đoạn mà dòng sông đi vào miền có vận động nâng lên mạnh và có đá cứng rắn, nhất là đá vôi. Những đá này ít sản sinh vật liệu vụn, thành thử năng lượng của dòng chảy không phải tổn phí để vận chuyển vật liệu, tập trung vào việc đào xẻ theo chiều thẳng đứng.

Ở vùng khí hậu nóng và ẩm, thực vật phát triển, phong hoá hoá học chiếm ưu thế ; axit hữu cơ do rễ cây tiết ra đã làm tăng tác dụng hoá học của nước mưa ngấm xuống đất. Lớp vỏ phong hoá vì vậy khá sâu, có nơi tới 70 ÷ 80m ; khó tìm được vết lộ đá gốc. Núi đồi khi đó có hình dạng đều đều, mềm mại.

Lớp phủ thực vật phát triển dày có tác dụng ngăn cản xâm thực cơ giới của nhân tố khí tượng. Nó làm giảm sức va đập của hạt mưa, hãm bớt sức gió, giảm bốc hơi và sự chênh lệch nhiệt độ ; nước chảy trên mặt không gây xói thành khe rãnh. Vì vậy ở các khu vực có lớp phủ thực vật dày, mặt đất khó bị bóc mòn, bảo vệ được hình thái bề mặt.

4.3. Địa mạo trong xây dựng các công trình

Địa mạo là nhân tố cơ bản của môi trường, vì vậy người ta khai thác địa mạo lãnh thổ dưới nhiều mục đích khác nhau.

Người khảo sát địa chất coi địa mạo là các tiền đề cơ bản phản ánh loại đất đá và các cấu tạo địa chất dưới sâu...

Địa mạo là yếu tố cơ bản tạo nên chế độ tiểu khí hậu, tạo nên đặc tính của thổ nhưỡng, của vỏ phong hoá và động thái của nước ngầm... Dưới góc độ xây dựng các công trình, hình thái địa mạo được nghiên cứu trên hai mặt cơ bản : Nghiên cứu các quá trình biến đổi địa mạo thường là nguyên nhân gây tai hoạ cho các công trình xây dựng như trượt, lở, mương xói... Nghiên cứu địa mạo để quy hoạch xây dựng và bố trí các công trình, sao cho an toàn, kinh tế.

Trong xây dựng các công trình, địa mạo lãnh thổ là một trong các cơ sở để tiến hành quy hoạch các thành phố, khu công nghiệp, xây dựng đường sắt, đường ô tô, đập chắn, hồ chứa nước. Nó quyết định rất lớn đến hình dạng, kết cấu của công trình, phương án thi công và giá thành khi xây dựng.

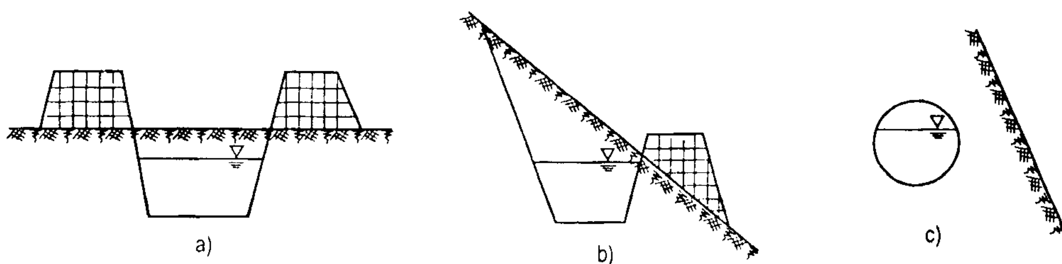
Khi xây dựng đập, thường chọn nơi có lũng sâu hẹp nhằm làm cho khối lượng công trình là nhỏ nhất, nhưng cần chú ý đến khả năng cung cấp và trữ nước của hồ : phía thượng lưu có các vùng trũng lớn để chứa nước, diện tích lưu vực rộng, sông suối nhiều làm nguồn cung cấp nước cho hồ.

Chọn nơi mặt cắt lũng sông có quy cách, đối xứng vì nó quyết định hình dạng đập. Cần tránh nơi có rãnh xói, vực sâu, dòng sông uốn khúc. Những loại địa mạo đó phản ánh tình hình địa chất không tốt, cấu tạo địa chất phức tạp. Các hẻm vực làm cho hố móng sâu, việc đắp đập, dẫn dòng khi thi công khó khăn.

Cần có vị trí bố trí các công trình kiến trúc khác như đập tràn, cống, nhà máy thuỷ điện, nên mặt cắt tuyến đập cần có bề rộng thích hợp. Trường hợp hồ chứa không có chỗ tràn lũ thì mặt cắt càng phải rộng để bố trí chỗ thoát nước.

Cần chú ý bề rộng của dải bờ bao quanh hồ chứa nước vì nó quyết định chiều dài dòng thấm qua bờ hồ. Nếu bờ quá hẹp có nguy cơ mất nước lớn. Tỷ lệ ngập lụt của hồ chứa lớn khi địa mạo lòng hồ bằng thoải. Bờ hồ dốc đứng dễ gây sụt lở nghiêm trọng, tạo nhiều vật liệu bồi lắng lòng hồ.

Khi xây dựng kênh cần chú ý độ dốc, mức độ phân cắt của địa mạo, vì nó quyết định khối lượng đào đắp, số công trình phụ, hình thức kênh. Địa mạo bằng phẳng thường thiết kế kênh đào đắp kết hợp ; địa mạo dốc đứng - kênh bên đào, bên đắp. Trường hợp địa mạo quá dốc thì dùng đường hầm dẫn nươc (xem *hình III-7*).

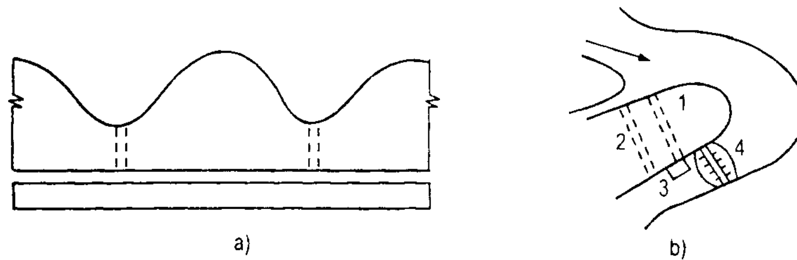


Hình III-7. *Các hình thức kênh do địa mạo*

a) Kênh đào, đắp kết hợp b) Kênh bên đào, bên đắp ; c) Đường hầm

Địa mạo phân cắt mạnh làm cho tuyến kênh, đường giao thông phải kéo dài do lượn theo đường đồng mức địa hình hoặc phải bố trí các công trình vượt như cầu giao thông, cầu máng, xiphông...

Các đường hầm giao thông, thuỷ lợi thường bố trí ở độ sâu bảo đảm cho vòm đường hầm được ổn định và có điều kiện thi công thuận lợi. Việc lợi dụng các thung lũng để tạo giếng thi công sẽ tăng tốc độ xây dựng. Để đường hầm dẫn nước có chiều dài ngắn nhất nhưng cột nước lợi dụng lớn nhất thường lợi dụng sự chênh lệch về độ cao thiên nhiên như dẫn nước giữa hai sông kề nhau hoặc tắt ngang các khuỷu sông (*hình III-8*).



Hình III-8. *Ảnh hưởng của địa mạo đến xây dựng đường hầm.*
a) Lợi dụng thung lũng để tạo giếng thi công ; b) Đường hầm ngang khuỷu sông :
1. Đường hầm phát điện , 2. Đường hầm dẫn nước ; 3. Nhà máy thuỷ điện ; 4. Đập

Khi quy hoạch xây dựng thành phố, các khu công nghiệp ... nên lợi dụng mặt đất thiên nhiên để tránh hiện tượng đào, đắp quá nhiều. Quy hoạch vùng đồi núi khác vùng đồng bằng. Vị trí các bến cảng, cống lấy nước... thường tránh nơi dòng nước có tác dụng xâm thực, tích tụ mãnh liệt.

Các mỏ vật liệu xây dựng thiên nhiên thuận lợi cho khai thác khi ở độ cao thích hợp, phía dưới có bãi bằng rộng để chứa vật liệu khai thác, gần các đường giao thông thuỷ bộ...

CHƯƠNG IV

CÁC TÍNH CHẤT VẬT LÝ CỦA ĐẤT ĐÁ

Các đặc trưng địa chất công trình của đất đá, thông số cơ bản để tính toán nền móng và vật liệu công trình, thường rất khác nhau với các loại đất đá khác nhau và cũng không giống nhau với cùng một loại đất đá nhưng ở những điều kiện tồn tại khác nhau.

Người ta thường phân chia ra là các tính chất vật lý, các tính chất hoá học và các tính chất cơ học, tuy nhiên việc phân chia này không phải là tuyệt đối, vì giữa chúng vốn có mối liên hệ với nhau và trước hết nó là biểu hiện các mặt khác nhau của một sự vật. Ở đây chúng ta xem xét một số tính chất vật lý. Một số tính chất cơ học sẽ được xem xét trong chương V. Các tính chất khác sẽ xem xét trong các sách chuyên đề.

§1. TÍNH CHẤT CỦA CÁC THÀNH PHẦN CƠ BẢN TẠO NÊN ĐẤT ĐÁ

Đất đá là một tập hợp các hạt khoáng vật ở thể rắn, nước và khí ở trong lỗ rỗng giữa các hạt. Vì vậy, về mặt vật lý mà xét thì hạt rắn, nước lỗ rỗng và khí lỗ rỗng là ba pha hợp thành đất đá.

Đất đá cứng chắc, độ rỗng rất bé thì trong thực tế xem như chỉ có hạt rắn gọi là đất đá một pha. Đất đá ngâm lâu ngày trong nước thì các lỗ rỗng và khe nứt đã bão hoà nước, xem như hạt rắn và nước là hai pha hợp thành đất đá. Về lý thuyết, tuyệt đại bộ phận đất đá được hình thành bởi ba pha là hạt rắn, nước và khí gọi là đất đá ba pha. Hàm lượng và đặc tính của mỗi pha quyết định rất lớn đến đặc tính của đất đá.

Các tính chất của thành phần hạt rắn đã được trình bày trong chương I. Ở đây ta chỉ nghiên cứu tính chất của các thành phần nước và khí chứa trong lỗ rỗng của đất đá và tác dụng tương hỗ của chúng với hạt rắn.

1.1. Đặc tính của nước trong đất đá

Nước ở trong đất đá, đặc biệt là đất loại sét có thể làm thay đổi trạng thái vật lý của đất đá. Dựa vào mối liên kết giữa nước với các hạt đất đá, người ta thường chia ra các loại nước sau đây :

Nước trong khoáng vật tham gia vào cấu tạo tinh thể khoáng vật. Trong thực tế xem như là thuộc phần hạt rắn của đất đá và loại nước này không ảnh hưởng trực tiếp đến sự thay đổi tính chất của đất đá, ví dụ nước trong các hạt opan (SiO_2nH_2O).

Nước kết hợp mặt ngoài hạt đất được giữ lại ở trên bề mặt hạt bởi nhiều lực khác nhau nhưng chủ yếu là lực hút tĩnh điện. Sự có mặt của loại nước kết hợp đã quyết định nhiều đặc trưng địa chất công trình của đất đá, vì vậy nghiên cứu nước kết hợp có ý nghĩa thực tiễn rất lớn.

Về tính chất, nước kết hợp khác nước tự do. Mật độ trung bình của nước kết hợp là 1,2 - 1,4g/cm^3. Khi lượng nước kết hợp thay đổi thì mật độ, nhiệt dung, tính dẫn điện, nhiệt và các tính chất khác của đất đá cũng thay đổi theo. Nước kết hợp dịch chuyển khó khăn so với nước tự do.

Tuỳ theo khả năng giữ lại ở trên bề mặt hạt đất, nước kết hợp được chia thành nước kết hợp mạnh và nước kết hợp yếu. Khi truyền áp lực lên đất đá, phần nước kết hợp bị đẩy ra dễ dàng gọi là nước kết hợp yếu. Phần nước bám rất chặt vào hạt đất, không tách ra khi áp lực tăng tới 200 ÷ 500*at* và hơn nữa gọi là nước kết hợp mạnh.

Nước kết hợp mạnh (nước hút bám) không có khả năng hoà tan các loại muối, khó di chuyển trực tiếp từ hạt này sang hạt khác, khó có thể bốc hơi. Nó không dẫn điện, không kết tinh ngay cả ở nhiệt độ 195^0K ; tỷ nhiệt thay đổi từ 0,51 ÷ 0,79. Lượng nước kết hợp mạnh tăng từ cát (0,5%) đến sét (10 ÷ 20%). Đất sét chỉ có nước kết hợp mạnh thì ở trạng thái rắn.

Nước kết hợp yếu (nước màng mỏng) bao bọc phía ngoài nước kết hợp mạnh và có tính chất trung gian giữa nước kết hợp mạnh và nước tự do. Nước kết hợp yếu di chuyển từ nơi có màng nước dày sang nơi có màng nước mỏng hơn một cách chậm chạp dưới tác dụng của lực hút tĩnh điện gọi là hiện tượng truyền màng mỏng.

Nước kết hợp yếu được chia ra nước định hướng thứ cấp và nước thẩm thấu.

Nước định hướng thứ cấp tạo thành nhờ liên kết phân tử giữa các phân tử nước kết hợp mạnh và các phân tử nước mới gia nhập vào đất.

Nước thẩm thấu thành tạo do sự xâm nhập của các phân tử nước từ dung dịch vào lớp khuếch tán của mixen, ở đây nồng độ ion lớn hơn ở trong dung dịch.

Sự có mặt của nước kết hợp làm cho đất có tính dẻo ; nó còn có tác dụng bịt kín hay thu hẹp các lỗ rỗng giữa các hạt đất đá, làm cho tính thấm nước của đất đá giảm đi nhiều hoặc thậm chí không thấm khi gradien thuỷ lực nhỏ. Nước kết hợp được gọi là nước trong đất đá, trong nhiều trường hợp nó như là thành phần đất đá.

Nước tự do là nước nằm ngoài ảnh hưởng của lực hút về phía hạt như nước mao dẫn và nước trọng lực, và gọi là nước dưới đất.

Nước mao dẫn tồn tại trong lỗ rỗng, khe nứt nhỏ của đất đá (bề rộng khe nứt < 2*mm*) dưới ảnh hưởng của lực mao dẫn (lực căng bề mặt). Nước mao dẫn được chia ra làm ba loại: nước ở góc lỗ rỗng, nước mao dẫn treo và nước mao dẫn đi lên (mao dẫn thật).

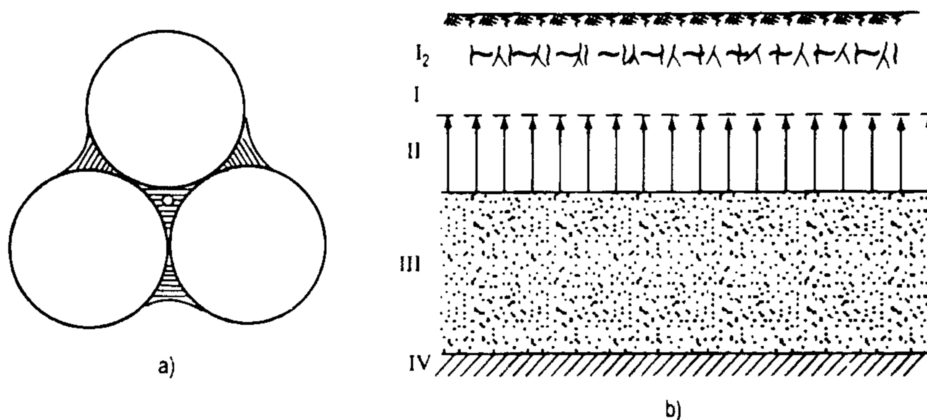
Nước mao dẫn ở góc lỗ rỗng được hình thành ở chỗ tiếp xúc giữa các hạt, dưới dạng các giọt nước riêng rẽ và được giới hạn bởi các mặt khum (xem *hình IV-1*). Lượng nước loại này trong cát khoảng 3 ÷ 5%, trong cát pha là 4 ÷7%.

Nước mao dẫn thật được dâng lên từ mặt nước ngầm và luôn được nước ngầm cung cấp Nước mao dẫn treo thường gặp trong đất cát. Nó hình thành do sự thấm ướt từ trên xuống và không có mối liên hệ với nước ngầm, do đó không được nước ngầm cung cấp (*hình IV-1b).*

Nước mao dẫn nhờ lực mao dẫn mà có thể chuyển động ngược chiều với trọng lực. Nhiệt độ đóng băng của nước dưới 0^0C .

Nước trọng lực không liên kết với bề mặt hạt và không chịu lực căng bề mặt. Nó dễ dàng dịch chuyển dưới tác dụng của trọng lực, tức là dưới ảnh hưởng của sự chênh lệch áp lực.

Lượng chứa nước trọng lực phụ thuộc vào tính chất lỗ rỗng của đất đá. Trong đất loại sét, lỗ rỗng rất nhỏ nên nước trọng lực không đáng kể. Trong đất hạt thô (cát, cuội, sỏi... đá nứt nẻ mạnh, lượng nước trọng lực tương đối lớn.



Hình IV-1. Các loại nước mao dẫn
a) Nước mao dẫn ở góc lỗ rỗng ; b) Nước mao dẫn thật và treo :
I - Đới thông khí ; I_2 - Nước mao dẫn treo ;
II - Đới mao dẫn ; III - Tầng nước ngầm ; IV - Tầng cách nước.

Nước trọng lực được sử dụng như một khoáng sản có ích (cung cấp nước cho các mục đích khác nhau) hoặc là đối tượng cần xử lý khi đào hố móng, xây dựng các công trình ngầm... Quy luật chuyển động và tính chất của nước trọng lực được trình bày trong chương VI và VII của giáo trình này.

1.2. Đặc tính của khí trong đất đá

Khí trong đất đá có thể là do các khí từ khí quyển khuếch tán vào hoặc do các quá trình sinh hóa diễn ra ở trong các lớp đất đá. Thành phần của khí trong đất đá chủ yếu là oxit cacbonic, sunfua và các khí phát sinh trong quá trình sinh hoá như mêtan, amoniắc...

Khí trong đất đá có thể ở trạng thái tự do, hút bám, bọc kín. Nó còn có mặt ở trong nước lỗ rỗng của đất đá dưới dạng các bọt khí hoặc ở dạng hoà tan.

Nhờ lực hút phân tử xung quanh hạt đất đá khô có màng khí hút bậm. Ở đất đá có độ phân tán cao, chứa oxit sắt, các chất hữu cơ thì lượng khí hút bám tăng lên.

Sự làm ẩm đất đá đồng thời từ dưới lên (do mao dẫn) và từ trên mặt đất xuống (do ngấm), cũng như tốc độ di chuyển chậm của nước dưới tác dụng của áp lực cao trong các lỗ rỗng nhỏ so với lỗ rỗng lớn có thể dẫn đến sự hình thành khí ở trạng thái bọc kín. Khí bọc kín trong đất sét có thể chiếm $20 \div 25\%$ thể tích lỗ rỗng.

Khí hút bám và bọc kín rất khó đẩy ra khỏi đất đá dưới tác dụng của tải trọng, ngay cả khi chịu tải trọng rất lớn. Sự có mặt của khí hút bám và bọc kín làm cho đất đá có đặc trưng: tính đàn hồi tăng lên, có biến dạng kéo dài, tính thấm nước giảm đi.

Các khí hoà tan trong nước tuỳ theo thành phần hoá học có thể gây ra quá trình oxy hoá hay cacbonat hoá đất đá. Quá trình này cũng như sự lắng đọng các khoáng chất của nước lỗ rỗng trong đất đá đã tạo ra mối liên kết thứ sinh. Khi nhiệt độ của đất tăng lên hoặc khi áp lực bên ngoài giảm đi, các khí hoà tan sẽ thoát ra, đất bị nở trồi, các đặc trưng vật lý của đất cũng bị thay đổi.

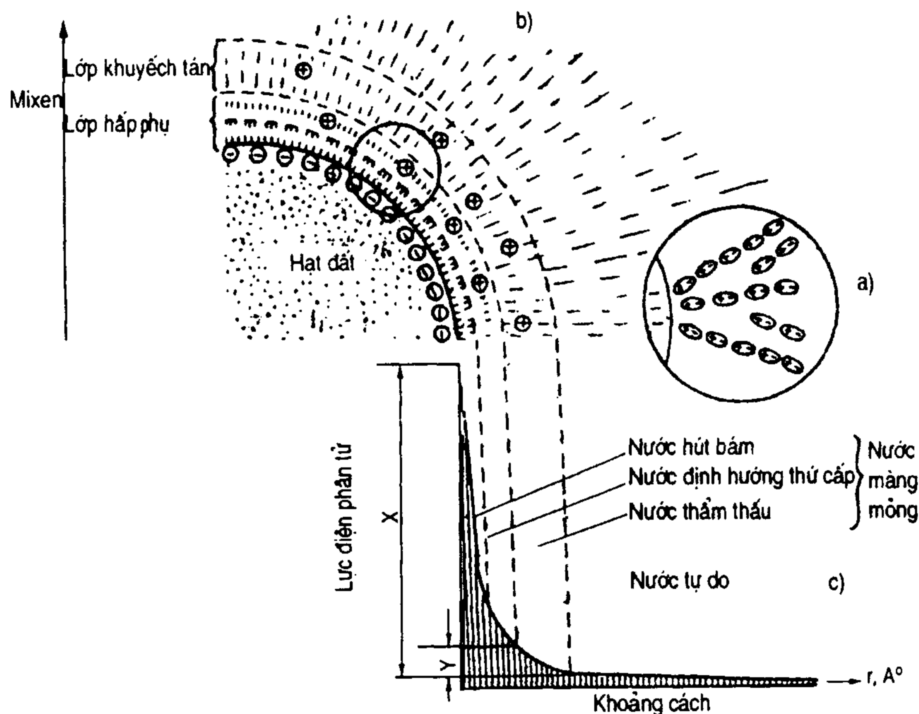
1.3. Sự hình thành lớp vỏ thuỷ hoá và quá trình trao đổi cation

Phần lớn các nguyên tử bên trong của mạng lưới tinh thể khoáng vật được trung hoà, còn trên bề mặt thường không có sự cân bằng điện tích do các nguyên tử chưa lấp đầy các vị trí của mạng lưới, vì vậy các hạt khoáng vật trở nên những vật mang điện (thực nghiệm cho thấy các hạt đất đa số có điện âm) và tạo một điện trường ở xung quanh hạt đất.

Như ta đã biết, nước là các phân tử lưỡng cực với các ion hiđro mang điện dương và các ion oxy mang điện âm. Dưới tác dụng của điện trường, các phân tử nước được định hướng và hút bám trên bề mặt hạt đất.

Các lực điện phân tử tác dụng ở những khoảng cách rất gần bề mặt các hạt đất. Các phân tử nước được hấp phụ trên bề mặt các hạt khoáng có khả năng hút các phân tử nước khác tạo nên lớp vỏ thuỷ hoá (hiđrat).

Ở gần bề mặt hạt khoáng, các phân tử nước chịu lực hút mạnh nhất. Ra xa dần, lực điện phân tử giảm nhanh và ở một khoảng cách nào đó, các phân tử nước không chịu sự định hướng và ở trạng thái hoàn toàn tự do đối với các lực bề mặt. Trong *hình IV-2* trình bày sơ lược biểu đồ biến đổi của lực điện phân tử theo khoảng cách đến bề mặt hạt đất.



Hình IV-2. *Sơ đồ tác dụng tương hỗ điện phân tử giữa hạt khoáng vật và nước*
a) Định hướng lưỡng cực bề mặt hạt khoáng ;
b) Vỏ thuỷ hoá ; c) Biểu đồ biến đổi của lực điện phân tử.

Ở ngay bề mặt hạt khoáng, lực điện phân tử rất mạnh, tới hàng ngàn, hàng chục ngàn kG/cm^2 ; ở đất ẩm, lực hút này lớn đến nỗi không thể tách nước liên kết này ra bằng phương pháp ly tâm có trị số hơn lực trọng trường vài chục nghìn lần. Lớp nước có chiều dày vài chục lớp phân tử (theo P. A.Robinde) tạo thành lớp khuếch tán.

Các cation nằm trong phạm vi lớp khuếch tán cùng với bề mặt hạt đất mang điện âm tạo thành lớp điện kép, gây nên điện thế lớn nhất χ (còn gọi là thế năng nhiệt động lực) tại bề mặt hạt khoáng. Sự hạ thấp điện thế theo chiều dày lớp khuếch tán đến mức điện thế ở dung dịch nước tự do là thế điện động ξ. Thế điện động ξ càng lớn thì lớp khuếch tán càng dày.

Theo các công trình nghiên cứu của giáo sư A.V. Đumanxki, thì trong than bùn nước liên kết chiếm 30%, trong khi nước khuếch tán chiếm 1500% trọng lượng than bùn khô (tức là lớn hơn 50 lần). Các thí nghiệm khác cũng chứng minh ở đất phân tán cao, lượng nước của lớp vỏ khuếch tán lớn hơn nhiều lần lượng nước kết hợp. Vì vậy, khi nghiên cứu tính chất vật lý, cơ học của đất đá cần đặc biệt chú ý tới tính chất của lớp nước khuếch tán này.

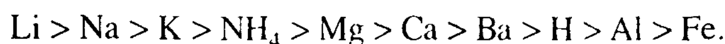
Hạt keo, lớp ion hấp phụ và lớp ion khuếch tán hình thành mixen của đất. Hai lớp ion được giữ lại trên bề mặt hạt với những lực khác nhau, các lớp hấp phụ được giữ chặt hơn. Tính linh hoạt của các hạt cation trong lớp điện kép của đất sét nhỏ hơn 5 ÷ 10 lần so với khi chúng ở trạng thái tự do trong dung dịch.

Các ion tham gia vào thành phần mixen có thể tác dụng với những ion của nước lỗ rỗng. Vì vậy, thành phần ion mà các hạt hấp thụ phụ thuộc phản ứng trao đổi xảy ra giữa thể rắn và thể lỏng của đất. Những ion tham gia vào phản ứng trao đổi gọi là những ion trao đổi. Do phần lớn các hạt khoáng vật đều mang điện âm nên tham gia vào sự trao đổi chủ yếu là các cation.

Sự trao đổi cation xảy ra trong lớp khuếch tán, lớp hấp phụ và cả trong mạng lưới tinh thể của các hạt. Cơ cấu trao đổi các cation phụ thuộc rất nhiều vào đặc điểm mạng lưới tinh thể của khoáng vật. Phản ứng trao đổi đối với kaolinit chỉ xảy ra ở những mặt vỡ của mạng lưới kết tinh, trong khi đó ở monmorilonit, xảy ra cả bên trong mạng lưới tinh thể.

Khi làm bão hoà đất bằng các cation khác nhau thì phản ứng trao đổi xảy ra không giống nhau. Một số cation có khả năng đẩy dễ dàng các ion hấp phụ trong đất ra rồi liên kết chặt với đất và khó trở lại dung dịch. Một số khác tham gia vào phản ứng không mạnh lắm, dễ dàng chuyển từ trạng thái hấp phụ sang trạng thái tự do.

Có thể sắp xếp các cation thường gặp theo năng lượng hấp phụ như sau :



$$Li > Na > K > NH_4 > Mg > Ca > Ba > H > Al > Fe.$$

Thành phần các ion trao đổi trong lớp vỏ thuỷ hoá ảnh hưởng rất mạnh đến tính chất của đất : thay đổi lực mao dẫn, tính thấm, tính dẻo. Có những loại đất mà sự có mặt của chất điện giải với một lượng rất nhỏ cũng có thể làm thay đổi sâu sắc các đặc trưng địa chất công trình của nó. Việc cải tạo đất cho phù hợp các yêu cầu xây dựng có thể được tiến hành theo phương hướng này. Ví dụ để làm giảm tính thấm nước của đất tới hàng trăm lần, có thể thực hiện bằng cách cho đất hấp phụ Na^+.

§2. TÍNH LỖ RỖNG VÀ TÍNH NỨT NẺ CỦA ĐẤT ĐÁ

Người ta thường phân biệt ra lỗ rỗng và khe nứt. Đối với đá cứng chắc, các lỗ rỗng thường là lỗ rỗng bịt kín, còn các khe nứt là những kẽ hở chia cắt đá, làm mất tính liền khối của đá. Ở đất mềm rời thì thường ít gặp các khe nứt mà chủ yếu là các lỗ rỗng tạo ra ở giữa

các hạt đất với nhau. Lỗ rỗng trong đất không những làm mất tính liên tục mà còn ảnh hưởng đáng kể đến đặc tính cường độ và biến dạng... của đất, đặc biệt là đặc tính biến dạng dưới tải trọng công trình.

2.1. Tính lỗ rỗng của đất đá

Về lý thuyết thì trong tất cả các vật thể rắn, ở một chừng mực nào đó đều có lỗ rỗng. Nhưng trong thực tế thì đá cứng chắc, liền khối có thể xem như không có lỗ rỗng ; còn đất mềm rời, đá vôi karst... thì độ lỗ rỗng rất cao, nhiều khi lỗ rỗng chiếm quá nửa thể tích đất đá. Mức độ và tính chất lỗ rỗng phụ thuộc vào nguồn gốc sinh thành và lịch sử tồn tại của đất đá.

Về mặt tính chất, lỗ rỗng có thể chia ra là lỗ rỗng hở và lỗ rỗng kín. Lỗ rỗng hở thì các lỗ rỗng đều thông với khí quyển còn lỗ rỗng kín thì ngược lại, các lỗ rỗng không thông thương với môi trường bên ngoài, như các lỗ rỗng trong đá phun trào bazan, các lỗ rỗng trong đất sét và đất bùn.

Chỉ tiêu định lượng mức độ rỗng của đất đá là độ rỗng n và hệ số rỗng ε.

Độ rỗng n của đất đá là tỷ số, thường là phần trăm, giữa thể tích lỗ rỗng với thể tích đất đá tương ứng, kể cả lỗ rỗng :

$$n = \frac{V_r}{V}100\% \qquad \text{(IV-1)}$$

Trong đó V_r là thể tích lỗ rỗng có trong thể tích V của đất đá. Đất đá thông thường có độ rỗng n từ 10 ÷ 30%.

Hệ số rỗng ε của đất đá là tỷ số giữa thể tích lỗ rỗng V_r với thể tích phần hạt rắn V_h của đất đá:

$$\varepsilon = \frac{V_r}{V_h} \qquad \text{(IV-2)}$$

Trong thực tế xây dựng có thể coi như thể tích hạt đất (V_h) là không biến đổi, thì hệ số rỗng ε là một hàm số của thể tích lỗ rỗng V_r. Trị số ε thay đổi từ 0 đến 1 trong đất đá thông thường ; với đất sét nhão, đất bùn và bùn cây thối thì ε có thể lớn hơn 1 rất nhiều.

Quan hệ toán học giữa độ rỗng n và hệ số rỗng ε có thể suy từ các biểu thức (IV-1) và (IV-2) :

$$n = \frac{\varepsilon}{1+\varepsilon} \; ; \; \varepsilon = \frac{n}{1-n} \qquad \text{(IV-3)}$$

Hiện nay việc xác định độ rỗng và hệ số rỗng của đất đá thường được tiến hành tính toán từ các chỉ tiêu vật lý khác, vì việc xác định trực tiếp độ rỗng rất khó khăn (chỉ xác định được với đất vụn thô, nhưng cũng phiền phức). Có thể xác định hệ số rỗng theo biểu thức sau :

$$\varepsilon = \frac{\Delta.\gamma_n(1+W)}{\gamma_{tn}} - 1 \quad \text{(IV-4a)}$$

$$\varepsilon = \frac{\gamma_h}{\gamma_k} - 1 \quad \text{(IV-4b)}$$

Trong đó : Δ - tỷ trọng của đất ; γ_n - dung trọng của nước ; W - độ ẩm của đất (%) γ_{tn} - dung trọng tự nhiên của đất ; γ_k - dung trọng khô của đất ; γ_h - dung trọng hạt của đất.

Trong thực tế, đối với đất xốp rời và đất mềm dính, độ rỗng và hệ số rỗng chưa đủ để thể hiện trạng thái lỗ rỗng của đất, mà còn phải dùng các chỉ tiêu tương đối.

Đối với đất cát thường phải xác định *độ chặt tương đối D* :

$$D = \frac{\varepsilon_{max} - \varepsilon}{\varepsilon_{max} - \varepsilon_{min}} \quad \text{(VI-5)}$$

Trong đó : ε_{max}, ε_{min} - hệ số rỗng ở trạng thái rỗng nhất và chặt nhất xác định bằng thực nghiệm ; ε - hệ số rỗng của cát ở trạng thái tự nhiên.

Dựa vào độ chặt tương đối D, người ta chia ra ba trạng thái chặt :

- Trạng thái rời xốp khi : $D \leq 0{,}33$;
- Trạng thái chặt vừa khi : $D = 0{,}34 \div 0{,}66$;
- Trạng thái chặt nhất khi : $D \geq 0{,}67$.

Đối với đất sét và đất loại sét, để đặc trưng cho trạng thái chặt của đất thường dùng *chỉ số nén chặt* (còn gọi độ chặt tương đối) K_d .

$$K_d = \frac{\varepsilon_{ch} - \varepsilon}{\varepsilon_{ch} - \varepsilon_d} \quad \text{(IV-6)}$$

Trong đó : ε_{ch}, ε_d, ε là hệ số rỗng của đất ở trạng thái giới hạn chảy, giới hạn dẻo và ở trạng thái tự nhiên.

Dựa vào độ chặt tương đối K_d có thể biết được trạng thái vật lý của đất :

- Trạng thái chảy khi : $K_d < 0$;
- Trạng thái dẻo khi : $K_d = 0 \div 1$;
- Trạng thái cứng khi : $K_d > 1$.

Các trị số độ rỗng ε thường xác định theo độ ẩm tương ứng :

$$\varepsilon_{ch} = \Delta.W_{ch},$$

$$\varepsilon_d = \Delta.W_d$$

Trong đó : W_{ch}, W_d là độ ẩm ở giới hạn chảy và giới hạn dẻo của đất có tỷ trọng Δ.

2.2. Tính nứt nẻ của đất đá

Khi nghiên cứu tính nứt nẻ của đất đá, quan trọng nhất là tìm hiểu quy luật phân bố và đặc tính của khe nứt, còn kích thước khe nứt thường chỉ có ý nghĩa thứ yếu.

Chỉ tiêu định lượng cho mức độ nứt nẻ của đá là độ nứt nẻ và độ khe hở của đá.

Độ nứt nẻ là số lượng khe nứt trên một đơn vị dài (*m*). Độ nứt nẻ thường thay đổi theo các phương của khối đất đá.

Độ khe hở là tỷ số giữa diện tích khe hở tạo bởi các khe nứt (F_n) và diện tích đá kể cả khe nứt (F) trên một mặt cắt nào đó.

$$K_k = \frac{F_n}{F} = \frac{\sum_{i=1}^{n} a_i b_i}{F} \quad \text{(IV-7)}$$

Trong đó : a_i, b_i - chiều rộng và chiều dài khe hở thứ i ; n - số khe hở trên diện tích khảo sát F.

Độ khe hở thường được xác định trên sườn dốc, vách hố đào, nóc đường hầm... với diện tích F từ 4 đến $25m^2$. Độ khe hở của đất đá thay đổi rất lớn theo các phương khác nhau. Độ khe hở sẽ lớn khi diện khảo sát vuông góc với phương của hệ khe nứt chủ yếu.

Căn cứ vào độ khe hở K_k, L.I. Nayxtat đã phân đá ra các mức độ nứt nẻ khác nhau (*bảng IV-1*).

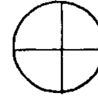
Bảng IV-1. Bảng phân loại độ nứt nẻ của đá

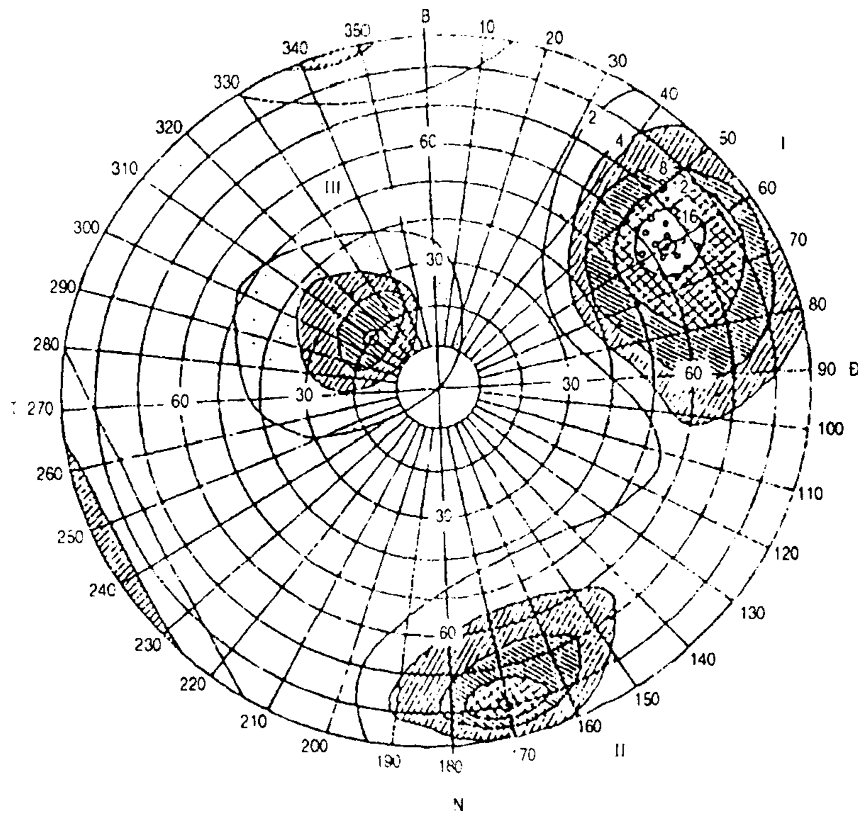
Mức độ nứt nẻ	K_k %	Tính chất khe nứt
Nứt nẻ yếu	< 2	Trong đá phát triển khe nứt mảnh dạng sợi tóc, chiều rộng 1*mm*, cá biệt 2*mm* ; khe vừa và lớn không có.
Nứt nẻ vừa	2 ÷ 5	Bên cạnh các khe nứt mảnh chiều rộng 1*mm* (chiếm 50%), xuất hiện những khe nứt chiều rộng 2 ÷ 5*mm*, cá biệt đến 5 ÷ 20*mm*.
Nứt nẻ mạnh	5 ÷ 10	Bên cạnh khe nứt nhỏ còn có những khe nứt lớn chiều rộng 20 ÷ 100*mm* ; chiếm khoảng 10 ÷ 20 %
Nứt nẻ rất mạnh	10 ÷ 20	Bên cạnh những khe nứt nhỏ còn có những khe nứt lớn và rất lớn, chiều rộng 20 ÷ 100*mm* và hơn nữa.
Nứt nẻ đặc biệt mạnh	> 20	Đá ở đới cà nát, đá karst hoá, đá đổ, đá trượt.

Để biểu thị phương hướng phát triển khe nứt người ta dùng đồ thị khe nứt. Thông dụng trong xây dựng là đồ thị vòng tròn khe nứt (*hình IV-3*). Góc dốc được biểu thị bằng các vòng tròn đồng tâm và cách đều từ $0^0 \div 90^0$. Góc phương vị hướng dốc xác định trên vòng tròn theo chiều kim đồng hồ từ $0^0 \div 360^0$. Mỗi khe nứt được thể hiện bằng một điểm trên đồ thị căn cứ vào góc dốc và góc phương vị hướng dốc của nó. Người ta thường dùng các điểm màu và ký hiệu khác nhau để biểu thị các loại khe nứt : khe nứt kiến tạo màu đỏ ; khe nứt phong hoá màu xanh ; khe nứt hở khuyên trắng, khe nứt kín chấm đen.

Trong thực tế, để lập đồ thị khe nứt, thường khảo sát trên mot diện tích từ 4 ÷ $25m^2$ với số lượng từ 40 ÷ 100 khe nứt để đảm bảo vừa đủ đại diện, vừa đon giản.

Diện tích đơn vị = 1% diện tích đồ thị





Hình IV-3. *Đồ thị vòng tròn khe nứt, sau khi vẽ đường đồng mức đã nổi lên ba nhóm khe nứt. Các nhóm chính I và II gần vuông góc với nhau ; nhóm phụ III gần nằm ngang.*

Nhìn vào đồ thị vòng tròn khe nứt, ta dễ dàng hình dung được phương hướng phát triển chủ yếu của các hệ khe nứt trong đất đá. Ở *hình IV-3* ta thấy có hai hệ thống khe nứt chủ yếu : hệ thống 1 có hướng đổ về phía tây bắc, hệ thống 2 có hướng đổ về phía đông nam.

Trường hợp nghiên cứu đất đá để xây dựng các công trình có tải trọng lớn, các công trình ngầm, các bãi khai thác đá, cần có các phương pháp nghiên cứu riêng như phương pháp siêu âm, phương pháp đo điện,.. rồi tiến hành lập sơ đồ phân bố khe nứt trong đất đá, làm cơ sở lập hộ chiếu nổ mìn hay xác định quy luật phân bố ứng suất...

§3. TRỌNG LƯỢNG CỦA ĐẤT ĐÁ

Trọng lượng của đất đá là một thông số quan trọng để tính toán thiết kế, xây dựng công trình. Nó không những thay đổi theo thành phần khoáng vật, kiến trúc, cấu tạo mà còn thay đổi rất lớn theo độ ẩm của đất đá. Với đất đá, người ta thường xác định các chỉ tiêu trọng lượng sau :

Dung trọng hạt của đất đá là trọng lượng của một đơn vị thể tích hạt rắn của đất đá :

$$\gamma_h = \frac{Q_h}{V_h}, T/m^3, G/cm^3 \qquad \text{(IV-8)}$$

Trong đó : Q_h - trọng lượng hạt đất đá ; V_h - thể tích hạt đất đá.

Dung trọng hạt chỉ phụ thuộc vào thành phần khoáng vật, không phụ thuộc vào kiến trúc, cấu tạo, độ ẩm. Với đất đá thông thường thì dung trọng hạt thay đổi từ 2,6 ÷ 3 T/m^3. Các đá bazơ có dung trọng hạt lớn hơn (3 ÷ 3,3 T/m^3).

Tỷ trọng của hạt đất đá là tỷ số giữa dung trọng hạt đất đá và dung trọng nước tinh khiết ở 4°C :

$$\Delta = \frac{\gamma_h}{\gamma_n} = \frac{Q_h}{V_h \gamma_n}$$

Trong đó : γ_n - dung trọng của nước ; xem như $\gamma_n = 1\ T/m^3$, thì $|\Delta| = |\gamma_h|$ nhưng không có thứ nguyên nên rất tiện lợi cho tính toán.

Dung trọng tự nhiên của đất đá là trọng lượng của một đơn vị thể tích đất đá ở trạng thái tự nhiên.

$$\gamma_{tn} = \frac{Q_{tn}}{V_{tn}} \ ; T/m^3; G/cm^3 \qquad \text{(IV-9)}$$

Trong đó : Q_{tn} - trọng lượng đất đá tự nhiên ; V_{tn} - thể tích đất đá ở trạng thái tự nhiên.

Với một loại đất đá, dung trọng tự nhiên thay đổi theo độ chặt và độ ẩm. Đối với đá cứng chắc thì dung trọng tự nhiên xấp xỉ dung trọng hạt, còn đối với đất mềm rời thì dung trọng tự nhiên thay đổi từ 1,5 ÷ 2 T/m^3. Dung trọng của đất bão hoà nước γ_{bh} là dung trọng tự nhiên lớn nhất của đất đó.

Dung trọng bão hoà được xác định theo biểu thức :

$$\gamma_{bh} = \gamma_h(1-n) + \gamma_n n \ ; T/m^3, G/cm^3 \qquad \text{(IV-10)}$$

Dung trọng khô của đất đá là trọng lượng khô (cốt đất đá) của một đơn vị thể tích đất đá tư nhiên :

$$\gamma_k = \frac{Q_h}{V_{tn}} \ ; T/m^3; G/cm^3 \qquad \text{(IV-11a)}$$

Dung trọng khô tương đối ổn định vì nó không phụ thuộc vào độ ẩm. Độ lỗ rỗng càng nhỏ, đất đá chứa nhiều khoáng vật nặng thì dung trọng khô càng cao. Trong đất xốp rời có lượng hữu cơ ít thì dung trọng khô chỉ phụ thuộc vào cách sắp xếp các hạt.

Dung trọng khô được dùng để đánh giá mức độ nén chặt của các công trình đất đắp. Một số đập đất của nước ta đã thiết kế với dung trọng khô γ_k từ 1,45 đến 1,70 T/m^3.

Dung trọng khô có thể xác định theo dung trọng tự nhiên và độ ẩm :

$$\gamma_k = \frac{\gamma_{tn}}{1+W} \ ; T/m^3; G/cm^3 \qquad \text{(IV-11b)}$$

Dung trọng đẩy nổi là trọng lượng ở trong nước của đơn vị thể tích đất đá ở trạng thái tự nhiên, nó bằng trọng lượng của đơn vị thể tích đất đá có tính đến lực đẩy nổi của nước :

$$\gamma_{dn} = \frac{\gamma_k(\Delta - 1)}{\Delta}; T/m^3; G/cm^3 \quad \text{(IV-12a)}$$

Dung trọng đẩy nổi cũng bằng dung trọng bão hoà (γ_{bh}) trừ đi dung trọng của nước tự nhiên ($\gamma_n \approx 1\ T/m^3$) :

$$\gamma_{dn} = \gamma_{bh} - \gamma_n = \gamma_{bh} - 1 \quad \text{(IV-12b)}$$

Dung trọng đẩy nổi của đất đá được dùng để tính ổn định của nền, mái dốc trong đới bão hoà nước, đánh giá hiện tượng đất chảy...

Phương pháp xác định dung trọng thông thường là cân đo trực tiếp mẫu ở trong phòng vừa chậm, vừa không đại diện. Gần đây, người ta đã áp dụng rộng rãi các phương pháp xác định gián tiếp như xuyên kế, phóng xạ kế... vừa nhanh, vừa chính xác lại bảo đảm tính nguyên dạng của mẫu đất đá.

Cần chú ý rằng trong thực tế, các đặc trưng dung trọng của đất đá thường được xác định qua khối lượng, tức là khối lượng riêng của đất đá, nên khi tính toán cần chuyển đổi từ khối lượng sang trọng lượng - khối lượng riêng sang dung trọng.

Bảng IV-2. Dung trọng hạt, dung trọng tự nhiên và độ rỗng của một số đất đá

Loại đất đá	Dung trọng hạt γ_h, T/m^3	Dung trọng tự nhiên γ_{tn}, T/m^3	Độ rỗng n, %
Granit	2,67 ÷ 2,72	2,55 ÷ 2,65	0,06 ÷ 2,0
Sienit	2,65 ÷ 2,70	2,60 ÷ 2,75	0,1 ÷ 3,5
Điorit	2,70 ÷ 2,92	2,67 ÷ 2,90	0,1 ÷ 3,5
Gabro	2,87 ÷ 3,10	2,85 ÷ 3,05	0,02 ÷ 1,5
Liparit	2,64 ÷ 2,65	2,20 ÷ 2,50	4,5 ÷ 8,0
Trachit	-	2,20 ÷ 2,30	3,0 ÷ 8,0
Pocfirit	2,70 ÷ 2,99	2,64 ÷ 2,91	0,4 ÷ 4,3
Anđesit	-	2,30 ÷ 2,60	-
Điaba	2,79 ÷ 3,05	2,74 ÷ 3,00	0,08 ÷ 4,5
Bazan	2,82 ÷ 2,95	2,46 ÷ 2,67	3,0 ÷ 6,0
Gơnai	2,67 ÷ 2,72	2,62 ÷ 2,70	-
Quaczit	2,74 ÷ 3,05	2,61 ÷ 2,81	4,8 ÷ 8,3
Cát kết cứng chắc	2,69 ÷ 3,74	2,68 ÷ 2,31	16,0 ÷ 26,0
Cát kết yếu	2,40 ÷ 2,60	1,80 ÷ 2,30	10,0 ÷ 22,0
Đolomit cứng chắc	2,82 ÷ 2,84	2,62 ÷ 2,74	3,4 ÷ 12,4
Đolomit yếu	2,28 ÷ 2,74	1,90 ÷ 2,40	-
Macnơ	2,65 ÷ 2,80	2,20 ÷ 2,60	-
Đá phiến	-	2,60 ÷ 3,40	-

Bảng IV-2. (tiếp theo)

Loại đất đá	Dung trọng hạt γ_h, T/m^3	Dung trọng tự nhiên γ_{tn}, T/m^3	Độ rỗng n, %
Đá phiến sét (acgilit)	2,63 ÷ 2,86	2,30 ÷ 2,60	-
Cát	2,60 ÷ 2,75	1,45 ÷ 1,70	-
Đất sét pha	2,60 ÷ 2,75	1,35 ÷ 1,65	-
Đất sét chặt	2,65 ÷ 2,75	1,75 ÷ 2,35	-
Đất bùn	2,55 ÷ 2,75	1,01 ÷ 1,30	-

§4. TÍNH NGẬM NƯỚC CỦA ĐẤT ĐÁ

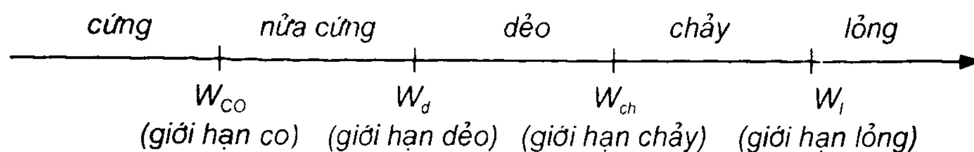
Trong thực tế không có đất đá nào không ngậm nước. Lượng nước và tính chất nước trong đất đá khác nhau sẽ làm cho tính chất và trạng thái đất đá không giống nhau.

Chỉ tiêu độ ngậm nước thông dụng là *độ ẩm* của đất đá, tức là tỷ số giữa trọng lượng nước có trong đất đá và trọng lượng đất đá khô (sấy ở 105^0C) :

$$W = \frac{Q_n}{Q_h} 100\% \qquad \text{(IV-13)}$$

Đất đá cứng chắc thì độ ẩm nhỏ và thường không có ảnh hưởng lớn đến tính chất của nó. Ngược lại, ở đất phân tán, đặc biệt là đất phân tán nhỏ, thì độ ẩm làm thay đổi tính chất và cả trạng thái vật lý của đất. Vì vậy đối với đất mềm rời, đặc biệt là đất hạt sét thì độ ẩm là một chỉ tiêu trạng thái của đất. Độ ẩm của đất loại cát thay đổi từ 3 đến 30 ÷ 40%, nhưng độ ẩm của đất loại sét có thể tới 200 ÷ 300% hoặc hơn nữa.

Nghiên cứu đất loại sét người ta thấy, tuỳ theo độ ẩm mà đất loại sét có thể ở trạng thái cứng, nửa cứng, dẻo, chảy và lỏng. Ở các giới hạn giữa các trạng thái gọi là trạng thái giới hạn. Độ ẩm ở trạng thái giới hạn gọi là độ ẩm giới hạn hay trị số giới hạn (*xem sơ đồ IV-4*).



Hình IV-4. *Sơ đồ trạng thái của đất loại sét theo độ ẩm W*

Người ta thường sử dụng các độ ẩm giới hạn để tính các chỉ tiêu khác như : chỉ số dẻo, chỉ số sệt và dựa vào các chỉ tiêu này mà phân loại đất và trạng thái của đất.

Chỉ số dẻo A là hiệu số độ ẩm ở giới hạn chảy và giới hạn dẻo, đặc trưng cho tính dẻo của đất.

$$A = W_{ch} - W_d \qquad \text{(IV-14)}$$

Chỉ số dẻo phụ thuộc vào thành phần khoáng vật, nồng độ và tính chất các cation trao đổi. Đất càng dẻo thì chỉ số dẻo càng lớn. Dựa vào chỉ số dẻo, ta có các loại đất dính sau đây:

- Đất cát pha khi A = 1 ÷ 7.
- Đất sét pha khi A = 7 ÷ 17.
- Đất sét khi A > 17.

Chỉ số sệt (độ đặc) B là chỉ tiêu đặc trưng cho trạng thái thực tại của đất dính :

$$B = \frac{W - W_d}{A} \qquad \text{(IV-15)}$$

Dựa vào chỉ số sệt, người ta chia ra các trạng thái vật lý của đất dính như sau (*bảng IV-3*):

Bảng IV-3. Các trạng thái vật lý theo chỉ số sệt

Loại đất	Chỉ số sệt B					
	< 0	0 ÷ 0,25	0,25 ÷ 0,5	0,5 ÷ 0,75	0,75 ÷ 1	>1
Đất sét	Cứng	Dẻo cứng	Dẻo sệt	Dẻo mềm	Dẻo chảy	Chảy
Đất cát pha		Dẻo				

Hiện nay, việc xác định các trạng thái giới hạn nêu trên của đất chưa được chính xác, còn mang tính chất chủ quan. Mặt khác, lại phải xác định trong điều kiện mẫu đất đã bị phá hoại kiến trúc ban đầu, nên khi phân loại đất theo các chỉ tiêu độ ẩm giới hạn cần có sự xem xét cụ thể điều kiện tự nhiên của đất. Người ta đang cố gắng đưa ra các phương pháp mới như phương pháp cắt nhanh mẫu đất nguyên dạng, phương pháp xuyên tiêu chuẩn để tìm chỉ số dẻo và chỉ số sệt, nhưng quy chuẩn vẫn chưa được đầy đủ.

Trong thực tế, đối với đất loại cát thường dùng *độ ẩm tương đối* G là tỷ số giữa độ ẩm thực tế với độ ẩm tối đa có thể có (độ ẩm bão hoà) :

$$G = \frac{W_{tn}}{W_{bh}} \qquad \text{(IV-16)}$$

Trong đó : W_{tn} - độ ẩm tự nhiên của đất loại cát, W_{bh} - độ ẩm khi đất loại cát đã bão hoà nước.

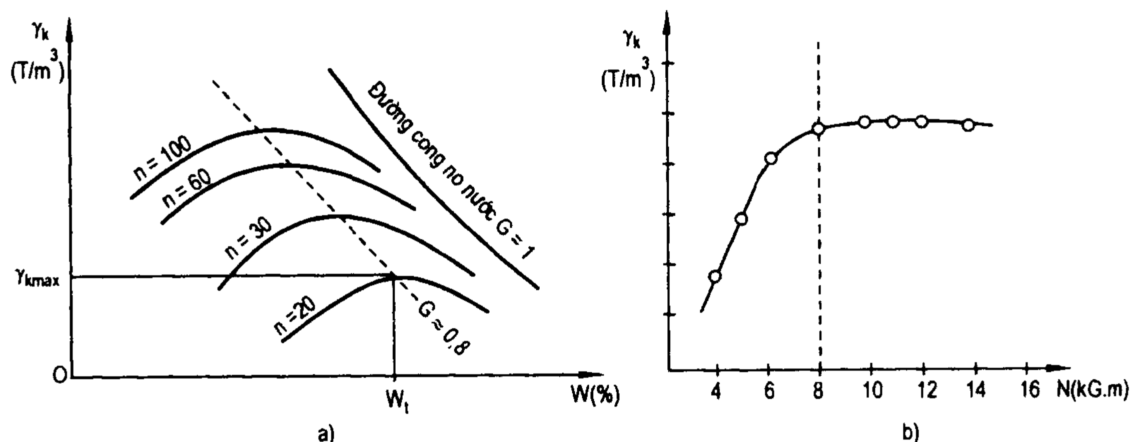
Dựa vào trị số *G* có thể chia đất loại cát ra làm ba loại sau :

- Đất hơi ẩm : $0 < G \le 0,5$;
- Đất ẩm : $0,5 < G \le 0,8$;
- Đất bão hoà nước : $0,8 < G \le 1$.

Khi thiết kế và thi công các công trình đất, sự ổn định và cường độ của công trình phụ thuộc vào độ chặt (mật độ) của đất đắp sau khi đã được làm chặt nhân tạo (đầm, rung...). Sự ổn định của công trình lớn nhất khi đất ở trạng thái chặt nhất.

Mật độ của đất được đặc trưng bằng dung trọng khô và phụ thuộc vào công đầm nén và độ ẩm của đất. Khi chịu cùng công đầm nén, mật độ của đất tăng theo sự tăng của độ ẩm đến trị số giới hạn (*hình IV-5*), sau đó giảm xuống nhanh khi độ ẩm tăng thêm. Độ ẩm của

đất tương ứng với mật độ lớn nhất đó gọi là *độ ẩm tốt nhất* (W_{tn}). Khi ở độ ẩm nhỏ hơn độ ẩm tốt nhất, nước trong lỗ rỗng tăng lên có tác dụng bôi trơn và các hạt đất dịch chuyển dễ dàng hơn để tạo cấu trúc có độ chặt lớn nhất. Khi độ ẩm của đất lớn hơn độ ẩm tốt nhất, nước chứa trong lỗ rỗng lại có tác dụng ngăn cản sự di chuyển các hạt đất khi chịu tác dụng của tải trọng ngoài.



Hình IV-5. *Sự phụ thuộc độ chặt của đất vào độ ẩm của đất và công đầm nén.*
a) Với đất có độ ẩm khác nhau, $\gamma_k = f(W)$
b) Với công đầm nén khác nhau cho một loại đất, $\gamma_k = f(N)$

Trong phòng thí nghiệm, việc đầm chặt đất thường được thực hiện trong một cối đầm bằng kim loại hình trụ có thể tích V với quả nện có trọng lượng $G_đ$ và cho rơi tự do ở một độ cao h nhất định.

Khi tiến hành thí nghiệm, đất được nhào trộn với các độ ẩm khác nhau, sau đó cho đất ứng với mỗi độ ẩm đã định vào cối và đầm với một công nhất định. Công đầm được tính theo công thức :

$$N = G_đ . h. n \qquad \text{(IV-17)}$$

Trong đó : n - tổng số lần quả đầm rơi ; $G_đ$ - trọng lượng quả dầm ; h - độ cao rơi.

Từ kết quả đầm chặt với các mẫu đất có độ ẩm khác nhau có thể vẽ được đường quan hệ γ_k và W (*hình IV-5a)* gọi là đường cong đầm nện.

Nếu chế bị mẫu đất với những độ ẩm khác nhau, đồng thời đầm chặt với những công khác nhau thì có thể vẽ được các đường cong đầm chặt khác nhau (*hình IV-5a*). Từ hình vẽ thấy rằng công đầm càng lớn thì $\gamma_k$max cũng càng lớn nhưng W_t lại càng nhỏ. Công tăng dần đến giá trị nào đó thì độ chặt biến đổi rất ít (*hình IV-5b)*.

§5. TÍNH MAO DẪN CỦA ĐẤT ĐÁ

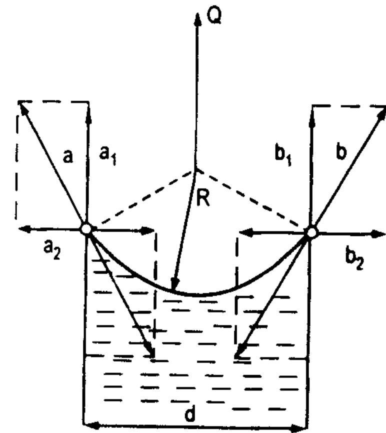
Trong các lỗ rỗng nhỏ của đất đá, do lực liên kết với hạt và sức căng mặt ngoài, có thể hình thành các dòng thấm đi lên và được gọi là dòng thấm mao dẫn.

Theo Laplace thì lực nâng mao dẫn Q tỷ lệ nghịch với bán kính của lỗ rỗng mao quản, tỷ lệ thuận với sức căng bề mặt của nước α và góc ướt θ :

$$Q = \frac{2\alpha\cos\theta}{r} \qquad \text{(IV-18)}$$

Vì góc ướt đặc trưng cho lực hút phân tử giữa nước và hạt rắn, nên có thể xem lực nâng mao dẫn, suy cho đến cùng, phụ thuộc vào lực phân tử tác dụng tương hỗ giữa nước và hạt rắn của đất đá.

Trong *hình IV-6*, lực phân tử tác dụng tương hỗ giữa hạt đất đá và nước được biểu thị bằng vectơ $\vec{a}$ và $\vec{b}$. Chúng có thể phân thành hai lực thành phần: $\vec{a}_1$, $\vec{a}_2$ và $\vec{b}_1, \vec{b}_2$ Lực hướng theo lỗ rỗng mao quản tạo nên lực nâng Q của mặt cong.



Hình IV-6. *Sơ đồ tác dụng của lực mao dẫn*

Công thức Laplace là cơ sở để rút ra công thức tính chiều cao cột nước mao dẫn trong đất đá H_{md} :

$$H_{md} = \frac{2\alpha\cos\theta}{rg\gamma_n} \qquad \text{(IV-19)}$$

Trong đó : g - gia tốc trọng trường; γ_n - dung trọng nước T/m^3. G/cm^3 ; $\gamma_n = 1\ G/cm^3$.

Khi hạt đất đá bị thấm ướt hoàn toàn (khi $\theta = 0$), $\gamma_n = 1G/cm^3$ thì khi thay các giá trị của α và g, công thức trên sẽ có dạng gần đúng:

$$H_{md} = \frac{0{,}15}{r} = \frac{0{,}3}{d} \qquad \text{(IV-19b)}$$

Công thức này cho thấy chiều cao cột nước mao dẫn tỷ lệ nghịch với bán kính của ống mao dẫn.

Trong thực tế khảo sát địa chất công trình, tính mao dẫn của đất đá được đặc trưng bằng chiều cao cột nước mao dẫn (tính bằng *cm, m*) và tốc độ dâng lên của nước mao dẫn (tính bằng *cm/h*).

Chiều cao cột nước mao dẫn và tốc độ mao dẫn phụ thuộc chủ yếu vào thành phần hạt, sau đến thành phần hoá học, thành phần khoáng vật, kiến trúc, cấu tạo của đất đá, thành phần của dung dịch. Khi độ phân tán của đất đá cao, kích thước các lỗ rỗng sẽ nhỏ, do đó chiều cao cột nước mao dẫn sẽ lớn (*bảng IV-4*).

Chiều cao mao dẫn trong cát hạt vừa là 0,15 ÷ 0,35*m*, trong cát hạt nhỏ là 0,35 ÷ 1,0*m*, trong cát pha là 1 ÷ 1,5*m*, trong sét pha là 3 ÷ 4*m*, trong đất sét có thể đạt tới 8*m*. Thời gian để đạt trị số chiều cao mao dẫn trong sét rất lớn, thường là vài trăm ngày.

Bảng IV-4. Chiều cao mao dẫn và thời gian dâng lên của nước mao dẫn trong cát có kích thước hạt khác nhau

Kích thước hạt *d, mm*	Đường kính trung bình của lỗ rỗng, *mm*	Độ rỗng n, %	Chiều cao cột nước, *cm*			Thời gian đạt trị số lớn nhất, *ngày*
			sau 24^h	sau 48^h	trị số lớn nhất	
1 ÷ 0,5	0,75	41,8	11,5	12,3	13,1	4
0,2 ÷ 0,1	0,15	40,4	37,6	39,6	42,8	8
0,1 ÷ 0,05	0,075	41,0	53,0	57,4	105,5	72

Chiều cao cột nước mao dẫn trong đất đá cần được xác định trong khi đánh giá khả năng lầy hóa, muối hoá, sự ẩm ướt của công trình và tính áp lực mao dẫn tác dụng lên công trình. Áp lực mao dẫn được xác định theo công thức sau :

$$P_{md} = H_{md}\gamma_n \quad \text{(IV-20)}$$

Trong đó : P_{md} - áp lực mao dẫn ; H_{md} - chiều cao mao dẫn ; γ_n - dung trọng của nước.

Khi có nước mao dẫn trong đất mà giữa các hạt không có lực dính kết cấu như cát sẽ xuất hiện lực dính mao dẫn và làm tăng cường độ của đất. Trong khi đó đối với đất có lực dính kết cấu thì sự làm ẩm đất do mao dẫn sẽ làm cho cường độ của đất giảm đi ; cường độ lớn nhất của loại đất này đạt được khi ở trạng thái khô.

Trong loại đất dính, vai trò của áp lực dính mao dẫn không đáng kể so với tác dụng của lực hút phân tử giữa các hạt và tác dụng gắn kết của ximăng thiên nhiên.

Trường hợp cát bị khô đi hoặc bão hoà nước, tính dính mao dẫn của nó sẽ không còn nữa.

§6. TÍNH THẤM NƯỚC CỦA ĐẤT ĐÁ

Khả năng đất đá cho nước đi qua lỗ rỗng, khe nứt gọi là tính thấm nước, còn sự chuyển động của nước trong đất đá bão hoà nước dưới tác dụng của trọng lực gọi là sự thấm.

Sự thấm của nước trong đất đá khi thấm tầng tuân theo định luật Đacxi :

$$v = k.\frac{\Delta H}{l} = kJ \quad \text{(IV-21)}$$

Trong đó : v - tốc độ thấm (*cm/s ; m/ngđ*) ; k - hệ số tỉ lệ, được gọi là hệ số thấm (*cm/s ; m/ngđ*) ; $J = \frac{\Delta H}{l}$ là gradien cột nước áp lực khi hiệu số cột nước áp lực là ΔH và chiều dài đường thấm là l.

Hệ số thấm biểu thị mức độ thấm nước của đất đá và bằng tốc độ thấm của nước khi gradien áp lực bằng đơn vị. Trị số hệ số thấm đối với các loại đất đá khác nhau thay đổi trong một phạm vi khá lớn (*bảng IV-5*).

Tính thấm nước của đất đá phụ thuộc nhiều nhân tố, quan trọng nhất là kích thước, hình dạng lỗ rỗng, tính chất của lỗ rỗng và tính chất của nước thấm. Kích thước, hình dạng lỗ rỗng và độ rỗng lại được quyết định bởi độ phân tán và thành phần khoáng vật của đất đá. Vì vậy mà đất sét có tính thấm nước không đáng kể so với cuội sỏi và khi chứa monmorilonit sẽ có tính thấm nhỏ hơn khi chứa kaolinit là vì khả năng nở lớn của monmorilonit đã làm giảm kích thước lỗ rỗng của đất. Do tính thấm nhỏ, đất sét và đất loại sét được dùng để làm các kết cấu chống thấm.

Đất đá có thành phần hạt không đồng nhất thường có tính thấm nước nhỏ hơn đất đá có thành phần hạt đồng nhất. Sự có mặt của nhóm hạt sét sẽ làm cho tính thấm của cát giảm đi rất nhanh.

Cấu tạo có ảnh hưởng cơ bản đến tính thấm của đất đá. Cấu tạo lớp, dải, gơnai... làm cho tính thấm nước của đất đá không đồng nhất theo các phương. Khả năng thấm nước lớn nhất theo phương song song với mặt lớp, phương kéo dài của dải. Sự có mặt của các lớp kẹp không thấm như đất sét, các mạch macma... làm cho tính thấm nước có tính dị hướng rõ rệt. Khi phá hoại kết cấu của đất cũng như sự đầm chặt nhân tạo có khả năng thay đổi lớn tính thấm của đất ; do vậy có khả năng sử dụng loại đất thiên nhiên có tính thấm nước ở mức độ nào đó làm vật liệu chống thấm (ví dụ như đất sét pha).

Bảng IV-5. Hệ số thấm của các loại đất đá khác nhau (theo N.N. Maxlov)

Loại đất đá	Hệ số thấm k, *m/ngđ*	Đặc điểm của đất đá theo tính thấm nước
Đất sét, đá cứng liền khối	$< 5.10^{-5}$	thực tế không thấm nước
Đất sét pha, cát pha nặng, cát kết không có khe nứt	đến 5.10^{-3}	thấm nước rất yếu
Cát pha, đá phiến, cát kết, đá vôi nứt nẻ vừa.	đến 0,5	thấm nước yếu
Cát hạt mịn và hạt nhỏ, đá cứng nứt nẻ.	đến 5	thấm nước
Cát hạt trung, đá cứng nứt nẻ tương đối nhiều	đến 50	thấm nước tốt
Cát lẫn cuội, sỏi ; đá cứng nứt nẻ mạnh	> 50	thấm nước mạnh

Nồng độ chất điện phân trong nước và các cation trao đổi có ảnh hưởng rất lớn đến tính thấm của đất sét. Thực nghiệm cho thấy, tính thấm của đất sét tăng lên rất nhiều nếu dung dịch thấm qua có nồng độ chất điện phân lớn hơn 0,1 ÷ 1N. Hệ số thấm sẽ lớn nhất khi nồng độ chất điện phân từ 2 ÷ 3N. Ví dụ như khi cho dung dịch NaCl có nồng độ 10% thấm qua đất sét monmorilonit thì hệ số thấm sẽ tăng lên 2,7 lần so với khi cho nước thấm qua. Nếu tăng thêm nồng độ NaCl đến một mức độ nào đó thì hệ số thấm sẽ giảm đi vì tính nhớt của dung dịch tăng lên một cách đáng kể. Sự tăng ban đầu của hệ số thấm theo nồng độ dung dịch là do lớp nước kết hợp yếu (lớp khuếch tán) ở xung quanh hạt sét co lại, làm cho đường kính có hiệu của lỗ rỗng tăng lên.

Các cation trao đổi hoá trị 1 có tính phân tán như Na^+, Li^+ làm cho tính thấm của đất đá nhỏ hơn so với khi có mặt các cation hoá trị cao.

§7. TÍNH KHÔNG ỔN ĐỊNH VỚI NƯỚC CỦA ĐẤT ĐÁ

Hầu hết đất đá khi tiếp xúc với nước đều bị giảm cường độ và độ ổn định. Tính chất đó ảnh hưởng rất lớn đến xây dựng, đặc biệt là ở phần ngập nước của nền và công trình đắp. Các hiện tượng phổ biến khi đất đá tiếp xúc với nước là trương nở, hoá mềm và tan rã.

7.1. Tính trương nở của đất đá

Có một số đất đá, đặc biệt là đất loại sét, khi tiếp xúc với nước thì hấp thụ thêm nước, tăng bề dày màng nước liên kết và nở thể tích (trương nở).

Đất có thành phần khoáng vật càng không ổn định với nước, càng phân tán nhỏ thì tính trương nở càng cao. Thực nghiệm cho thấy đất sét monmorilonit nở nhiều hơn đất sét kaolinit vài lần, thậm chí hàng chục lần. Đất có kết cấu bị phá hoại trương nở mạnh hơn đất có kết cấu nguyên dạng.

Tính trương nở của đất còn phụ thuộc thành phần và tính chất của nước. Ảnh hưởng này biểu hiện ở quá trình trao đổi cation và cân bằng nồng độ giữa nước trong lỗ rỗng và nước trong lớp kết hợp yếu của hạt.

Tính trương nở được đánh giá bằng độ trương nở và áp lực trương nở. Đất trương nở đặc biệt là trương nở không đều không những chỉ làm giảm cường độ của đất đá thông qua sự phá vỡ mối liên kết giữa các hạt mà nhiều khi phá hoại cả khối đất thông qua hệ thống khe nứt phát sinh trong quá trình trương nở. Có trường hợp một toà nhà cao tầng đã bị cắt đôi; đẩy trồi một nửa lên cao gần 50 centimet do đất ở nền trương nở không đều.

Ngược với nở là co, do đất bị thoát nước. Độ co và giới hạn độ ẩm co của đất có ý nghĩa lớn với kỹ nghệ sành sứ và gạch ngói nung.

Trong xây dựng công trình, đặc biệt là khi thi công hố móng, đất nền có thể nở, có thể co làm các tính chất vật lý, cơ học của đất nền bị thay đổi, không còn phù hợp với thiết kế và là một trong những nguyên nhân gây ra hư hỏng công trình.

7.2. Tính hoá mềm của đất đá

Do tiếp xúc với nước mà cường độ của đất đá, có thể không bị trương nở, giảm đi gọi là tính hoá mềm của đất đá.

Mức độ và đặc tính hoá mềm của đất đá cũng tuỳ thuộc vào thành phần tính chất của đất đá và của nước. Đất đá càng có nhiều khoáng vật dễ hoà tan dễ hoá mềm thì khi tiếp xúc với nước, cường độ của đất đá càng giảm mạnh. Đá cát kết thạch anh, silit hoá mềm yếu hơn đá vôi và đất đá loại sét. Chỉ tiêu đánh giá mức độ hoá mềm là *độ hoá mềm* hay còn gọi là *hệ số hoá mềm*:

$$\eta_{hm} = \frac{\sigma_n^{bh}}{\sigma_n^k} \qquad \text{(IV-22)}$$

Trong đó : $\sigma_n^{bh}, \sigma_n^k$ - cường độ chống nén của đất đá khi bão hoà nước và khi khô.

Dựa vào hệ số hoá mềm có thể chia đất đá thành ba loại là:

- Hoá mềm yếu: $\eta_{hm} = 1 \div 0,9$;
- Hoá mềm trung bình: $\eta_{hm} = 0,9 \div 0,75$
- Hoá mềm mạnh: $\eta_{hm} < 0,75$

Các loại đá macma, quaczit... hoá mềm yếu hơn cả, còn đá vôi, sét vôi thì hoá mềm mạnh và rất mạnh trong nước thường.

7.3. Tính tan rã của đất đá

Có một số loại đất đá, đặc biệt là đất xốp rời, khi ngập nước, các mối liên kết bị rã và đất mất đi phần lớn hay hoàn toàn khả năng chịu lực, đó là hiện tượng tan rã trong nước của đất đá.

Nguyên nhân gây ra hiện tượng tan rã là do mối liên kết giữa các hạt hoặc các kết tụ của đất bị yếu đi vì chất gắn kết giữa chúng bị hoà tan trong quá trình thuỷ hoá. Đất mềm rời, đá trầm tích có xi măng là chất dễ tan hoặc sét là những loại có tính tan rã lớn.

Người ta dùng hai chỉ tiêu sau để thể hiện tính tan rã :

Thời gian tan rã là khoảng thời gian mà ở trong nước mẫu đất đá mất tính dính kết và phân rã thành các phân tố có kích thước khác nhau.

Đặc điểm tan rã phản ánh hình thức tan rã của đất đá.

Tính tan rã của đất đá do thành phần hoá học, thành phần khoáng vật, độ ẩm, kiến trúc của đất đá, thành phần và nồng độ của dung dịch tác dụng với đất đá quyết định.

Loại đất đá có độ rỗng lớn, dễ thấm nước thường có lực dính kết yếu, có tốc độ tan rã lớn. Ngược lại, đất đá có độ rỗng nhỏ, thấm nước yếu, mật độ lớn, thì do lực dính kết mạnh, tan rã chậm. Đất đá có kết cấu bị phá hoại có tốc độ tan rã lớn hơn so với loại có kết cấu nguyên dạng, vì chúng có lực dính kết nhỏ hơn.

Độ ẩm ban đầu của đất dính khi tác dụng với nước cũng có ảnh hưởng lớn đến tính tan rã. Đất khô hoặc có độ ẩm nhỏ thường tan rã nhanh hơn.

Mẫu đất được bão hoà bằng các cation khác nhau sẽ tan rã không giống nhau. Các loại đất đá có quá trình hiđrat hoá và bão hoà nước dần dần tan rã chậm hơn loại có quá trình đó xảy ra nhanh. Trong trường hợp mẫu đất ngâm trong nước có chịu tải trọng, tan rã nhanh hơn mẫu đất không chịu tải trọng. Ở Việt Nam có loại đất đỏ bazan Tây Nguyên có tính tan rã lớn và nhanh.

CHƯƠNG V

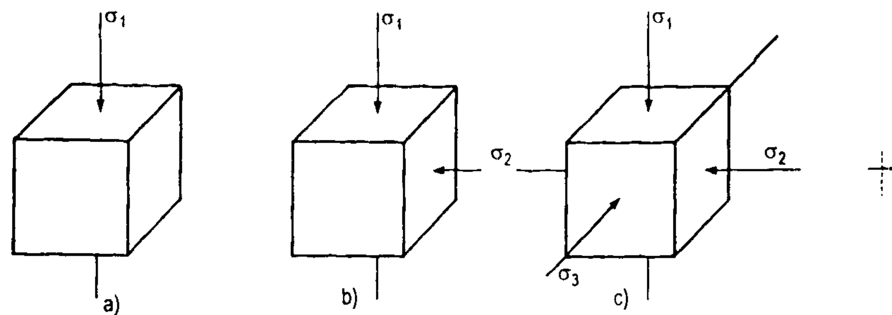
CÁC TÍNH CHẤT CƠ HỌC CỦA ĐẤT ĐÁ

Các tính chất của đất đá được thể hiện khi có lực ngoài tác động lên nó như tính biến dạng, tính bền chắc, tính cứng, tính dẻo, tính chống mòn... gọi là tính chất cơ học của đất đá. Sự phân biệt các tính chất vật lý với các tính chất cơ học của đất đá rõ ràng chỉ có tính tương đối. Trong chương này, việc nghiên cứu các tính chất này của đất đá được sắp xếp theo các nội dung dưới đây :

- Đặc tính biến dạng của đất đá
- Đặc tính bền của đất đá
- Một số đặc tính khác.

§1. ỨNG SUẤT TRONG ĐẤT ĐÁ

Khi chịu tác động của ngoại lực thì bên trong khối đất đá xuất hiện các lực chống lại gọi là nội lực, hình thành ứng suất trong đất đá. Ứng suất là một đại lượng véctơ phụ thuộc chặt chẽ vào đặc tính của đất đá và ngoại lực. Tuỳ thuộc tác dụng của ngoại lực, trạng thái ứng suất trong đất đá có thể là thẳng (một hướng), phẳng (hai hướng), thể tích (ba hướng) như *hình V-1*.



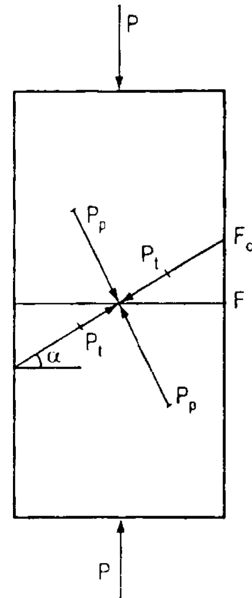
***Hình V-1**. Các trạng thái ứng suất trong đất đá*
a) Một hướng ; b) Hai hướng ; c) Ba hướng

Ứng suất σ (ứng lực tác dụng trên một đơn vị diện tích) trên một tiết diện được phân ra ứng suất pháp σ_p và ứng suất tiếp τ. Khi không có ứng suất tiếp, ta có ứng suất pháp chính và được biểu thị bằng $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$.

Trong điều kiện tự nhiên, đất đá thường ở trạng thái ứng suất thể tích, do chịu ảnh hưởng đồng thời của tải trọng các lớp nằm trên, lực kiến tạo, gradien nhiệt...

Ở *trạng thái ứng suất một hướng* khi trên tiết diện F của một phân tố đất đá chịu tải trọng P phân bố đều (*hình V-2*), thì ở tiết diện này phát sinh ứng suất chính, trị số của nó được tính theo công thức:

$$\sigma = \sigma_1 = \frac{P}{F} \quad \text{(V-1)}$$



Hình V-2. *Sơ đồ xác định các thành phần ứng suất.*

Một tiết diện F_α bất kỳ, nghiêng một góc α so với mặt nằm ngang sẽ có diện tích $F_\alpha = \dfrac{F}{\cos\alpha}$ và các thành phần của *P* theo phương pháp tuyến (P_p) và tiếp tuyến (P_t) của tiết diện này là : $P_p = P.\cos\alpha$; $P_t = P.\sin\alpha$.

Khi đó ứng suất pháp σ_p và ứng suất tiếp τ sẽ bằng :

$$\sigma_p = \frac{P_p}{F_\alpha} = \frac{P\cos\alpha\cos\alpha}{F} = \sigma_1\cos^2\alpha = \frac{1}{2}\sigma_1(1+\cos2\alpha). \quad \text{(V-2)}$$

$$\tau = \frac{P_t}{F_\alpha} = \frac{P\sin\alpha\cos\alpha}{F} = \sigma_1\sin\alpha\cos\alpha = \frac{1}{2}\sigma_1\sin2\alpha. \quad \text{(V-3)}$$

Góc α được gọi là góc nghiêng của ứng suất chính σ_1 với pháp tuyến của tiết diện F_α .

Từ phương trình trên ta thấy :

Ứng suất pháp đạt trị số cực đại ở tiết diện vuông góc với phương của lực tác dụng, tức là khi $\alpha = 0^0$. Khi này ứng suất pháp là ứng suất chính tác dụng theo trục chính :

$$\sigma_{p\max} = \sigma_1 \quad \text{(V-4)}$$

Ứng suất tiếp đạt trị số cực dại ở tiết diện có góc α bằng 45^0, khi đó :

$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_1}{2} \quad \text{(V-5)}$$

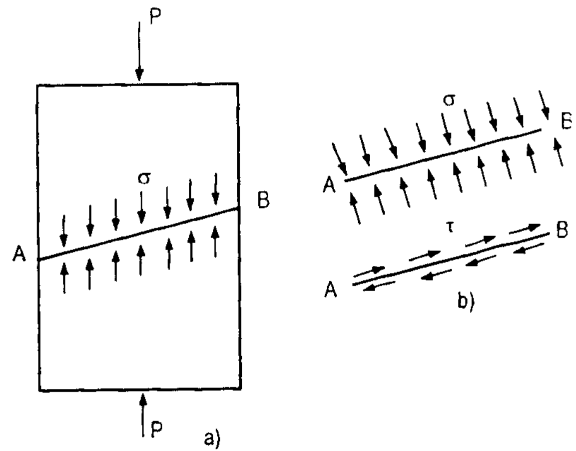
Góc α bằng góc nghiêng lớn nhất $\theta_{\max}$.

Như vậy, trong khối đất đá, các tiết diện chịu trạng thái ứng suất bất lợi nhất là tiết diện vuông góc và nghiêng 45^0 so với lực tác dụng, tức là tiết diện có ứng suất pháp và ứng suất tiếp lớn nhất. Vì vậy, biến dạng lớn nhất của đất đá khi chịu nén là theo phương tác dụng

của lực, còn khe nứt trượt thường xuất hiện theo tiết diện làm với phương lực tác dụng một góc 45^0 tức là gần bằng θ_{max}.

Khối đất đá chỉ bị biến dạng hoặc phá hoại khi ngoại lực lớn hơn sức chịu của nó. Nếu sức chịu bằng ứng suất gây ra do ngoại lực thì đất đá ở trạng thái ứng suất giới hạn.

Ứng suất tác dụng trên tiết diện AB của khối đất đá được thể hiện trên *hình V-3a*. Tác dụng của ứng suất pháp và ứng suất tiếp sẽ khác nhau (*hình V-3b*). Ứng suất pháp gây ra sự nén của khối đất đá theo phương pháp tuyến với tiết diện *AB*, còn ứng suất tiếp gây ra sự cắt dọc tiết diện. Trong địa chất, quy ước, ứng suất nén có giá trị dương (+) còn ứng suất kéo có giá trị âm (-).



Hình V-3. *Tác dụng của ứng suất trong khối đất đá*
a) Ứng suất trên tiết diện AB ;
b) Ứng suất pháp và ứng suất tiếp trên tiết diện AB.

Ở *trạng thái ứng suất hai hướng*, các ứng suất chính có thể cùng loại (cùng dương, cùng âm) hoặc khác loại (một ứng suất dương, một ứng suất âm). Ứng suất pháp lớn nhất tác dụng theo tiết diện vuông góc với phương của lực kéo hay nén cực đại ; ứng suất tiếp cực đại tác dụng theo tiết diện tạo với phương tác dụng của ứng suất chính một góc 45^0. Trị số ứng suất tiếp cực đại khi chịu nén, kéo hai hướng sẽ bằng :

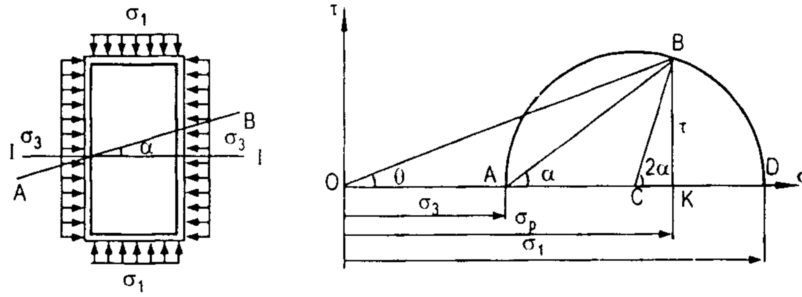
$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \tag{V-6}$$

Ở *trạng thái ứng suất ba hướng*, ứng suất pháp lớn nhất cũng tác dụng theo tiết diện vuông góc với phương có lực kéo, nén cực đại. Ứng suất tiếp cực đại tác dụng theo tiết diện tạo với phương của ứng suất chính lớn nhất và nhỏ nhất một góc 45^0. Trị số ứng suất cực đại khi đất đá chịu kéo và nén sẽ bằng :

$$\tau_{max} = \tau_{1-3} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \tag{V-7}$$

Ở trạng thái ứng suất hai hướng và ba hướng, người ta dùng vòng tròn Mor để biểu thị các trị số ứng suất tại một điểm trên tiết diện AB bất kỳ. Trục hoành biểu thị ứng suất pháp, còn trục tung biểu thị ứng suất tiếp.

Để xác định các trị số σ_p và τ tác dụng ở tiết diện AB bất kỳ, nghiêng với mặt phẳng ứng suất chính một góc α, trên trục hoành xác định vị trí ứng với σ_1 và σ_3, vẽ một vòng tròn (vòng tròn ứng suất hay vòng tròn Mor) có đường kính bằng $AD = \sigma_1 - \sigma_3$ có tâm C ở giữa hai điểm A và D. Từ C vẽ một góc 2α cắt vòng tròn ở điểm B *(hình V-4)*. Khoảng cách OK và BK tương ứng giá trị σ và τ. Từ hình V-4 ta thấy :



Hình V-4. *Xác định ứng suất pháp và ứng suất tiếp tại một điểm trên tiết diện bất kỳ bằng vòng tròn Mor.*

$$BC = DC = AC = \frac{AD}{2} = \frac{OD - OA}{2} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \quad (V\text{-}8)$$

Trong tam giác vuông *BKC* có :

$$\tau = BK = BC \cdot \sin 2\alpha = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \cdot \sin 2\alpha \quad (V\text{-}9)$$

$$\sigma_p = OK = OA + AC + CK = \sigma_3 + \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} + \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \cdot \cos 2\alpha \quad (V\text{-}10)$$

hoặc là :

$$\sigma_p = \sigma_3 + \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}(1 + \cos 2\alpha) = \sigma_3 + \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \cdot 2\cos^2\alpha \quad (V\text{-}11)$$

hay :

$$\sigma_3 + \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} 2\cos^2\alpha = \sigma_3 + \sigma_1 \cos^2\alpha - \sigma_3 \cos^2\alpha \quad (V\text{-}12)$$

khi đó :

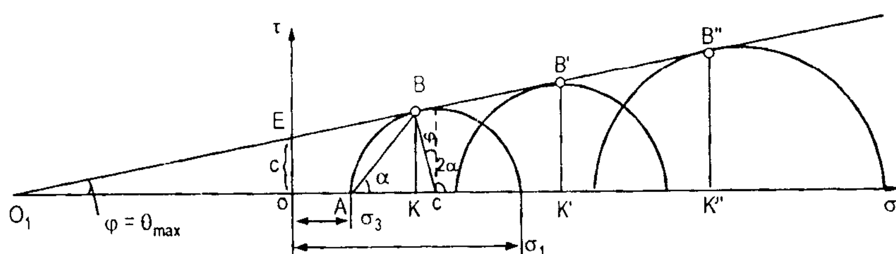
$$\sigma_p = \sigma_1 \cos^2\alpha + \sigma_3 \sin^2\alpha \quad (V\text{-}13)$$

Do đó, hoành độ điểm *B* của vòng Mor cho thành phần ứng suất pháp và tung độ cho thành phần ứng suất tiếp.

Vòng tròn ứng suất được thành lập với các giá trị σ_1 và σ_3 thoả mãn điều kiện cân bằng giới hạn gọi là vòng tròn giới hạn. Nhờ vòng tròn này sẽ xác định được góc nghiêng lớn nhất mà đất đá vẫn ở trạng thái cân bằng tại một điểm bất kỳ. Từ mỗi vòng trong ứng suất giới hạn, lấy các điểm B, B' và B'' có tung độ bằng trị số ứng suất tiếp giới hạn. Nếu vẽ đường tiếp tuyến với các vòng tròn giới hạn, nó sẽ tạo với trục hoành một góc $\varphi = \theta_{max}$ và cắt trục tung tại điểm E với trị số OE = C (*hình V-5*). Tương ứng điều kiện cân bằng, các điểm B, B' và B'' phải ở trên đường tiếp tuyến này và phương trình đường tiếp tuyến có dạng :

$$\tau = \sigma_p \, tg\varphi + C \quad (V\text{-}14)$$

Phương trình (V-14) được Culông (Coulomb) đưa ra vào thế kỷ XVIII. Nó thể hiện quan hệ tuyến tính giữa lực chống cắt của đất đá với áp lực pháp tuyến. Đây là một phương trình cơ bản đặc trưng cho tính bền của đất đá.



Hình V-5. Dùng vòng tròn Mor xác định trạng thái ứng suất của đất đá

Phương trình Culông biểu thị quan hệ giữa τ và σ_p. Trị số φ và C là các thông số cường độ của đất đá ; C đặc trưng cho cường độ liên kết kết cấu, được gọi là lực dính ; còn φ đặc trưng cho cường độ ma sát của đất đá, φ được gọi là góc ma sát trong và $tg\varphi$ là hệ số ma sát trong.

Trong hình V-5 ta có :

$$\sin\varphi = \frac{BC}{O_1C} \qquad (V\text{-}15)$$

bởi vì :

$$BC = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \text{ và } O_1C = \sigma_3 + \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} + C\,\text{cotg}\,\varphi \qquad (V\text{-}16)$$

nên :

$$\sin\varphi = \frac{\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}}{\sigma_3 + \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} + C\,\text{cotg}\varphi} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3 + 2C\,\text{cotg}\varphi} \qquad (V\text{-}17)$$

Phương trình này có ý nghĩa quan trọng trong lý thuyết cơ học đất đá vì biểu thị quan hệ φ với ứng suất chính khi đất đá ở điều kiện cân bằng giới hạn.

Cũng cần nói thêm rằng, việc sử dụng vòng Mor ứng suất để đưa ra hai thông số cơ bản là φ và C của đất đá không hoàn toàn có ý nghĩa vật lý chặt chẽ. Thứ nhất, vì đất đá không hoàn toàn tuân theo quy luật biến dạng đàn hồi, đất đá bị biến dạng không có hồi phục là chủ yếu. Thứ hai, mô hình cắt phẳng không hoàn toàn phù hợp với thực tế làm việc của một nền đất dưới tác động của tải trọng công trình.

§2. BIẾN DẠNG CỦA ĐẤT ĐÁ

Dưới tác dụng của lực, đất đá có thể bị biến dạng. Thuật ngữ biến dạng chỉ "sự thay đổi hình dạng và kích thước của vật thể mà không thay đổi khối lượng".

Các loại biến dạng thường gặp đối với đất đá là : biến dạng đàn hồi, biến dạng phá huỷ kết cấu và kiến trúc, biến dạng chảy dẻo dưới tác dụng của tải trọng lâu dài (lưu biến). Dưới tác dụng của cùng một lực, đất đá khác nnau sẽ cho biến dạng khác nhau.

2.1. Biến dạng của đá

Trong đá cứng chủ yếu phát triển biến dạng đàn hồi tức là biến dạng có tính chất thuận nghịch. Biến dạng này sẽ mất đi sau khi không còn lực tác dụng. Biến dạng được truyền đi một cách nhanh chóng, trên thực tế xem như là tức thời sau khi chất tải trọng. Giới hạn đàn hồi của đá cứng tương đối cao.

Trong đá nửa cứng, cùng với biến dạng đàn hồi còn phát sinh biến dạng dẻo, tức là có phần biến dạng dư không được khôi phục sau khi cất tải. Đá nửa cứng có giới hạn đàn hồi nhỏ hơn đá cứng.

Người ta dùng các chỉ tiêu : môđun biến dạng E (gồm môđun đàn hồi E_{dh} và môđun biến dạng tổng quát E_0), hệ số nở hông μ, hệ số nén hông ξ để đặc trưng cho tính biến dạng của đất đá.

Dựa theo định luật Húc, biến dạng tương đối theo phương đứng $e_z = \frac{\Delta h}{h_0}$ (biến dạng Δh trên chiều cao mẫu h_0) phụ thuộc bậc nhất vào ứng suất tác dụng σ tức là :

$$\sigma = E\frac{\Delta h}{h_0}\text{, từ đó } E = \frac{\sigma}{e_z} \qquad \text{(V-18)}$$

Từ phương trình trên, ta thấy *môđun biến dạng* là hệ số tỷ lệ giữa ứng suất và biến dạng tương đối ; được tính bằng *kG/cm²*.

Modun biến dạng đàn hồi E_{dh} bằng tỷ số giữa ứng suất với biến dạng đàn hồi tương đối e_{dh}, tức là $E_{dh} = \frac{\sigma}{e_{dh}}$; còn môđun biến dạng tổng quát bằng tỷ số giữa ứng suất và biến dạng tổng quát e_0 (gồm biến dạng đàn hồi và biến dạng dư):

$$E_0 = \frac{\sigma}{e_0}$$

Đặc trưng thứ hai cho tính đàn hồi của đá là *hệ số nở hông μ*, được xác định bằng tỷ số giữa biến dạng tương đối theo phương ngang e_x (giãn nở) và theo phương đứng e_z (nén ép) :

$$\mu = \frac{e_x}{e_z}\text{, từ đó } e_x = \mu e_z \qquad \text{(V-19)}$$

μ còn gọi là hệ số poatxông. Trị số μ của đá cứng và nửa cứng thay đổi từ 0,10 đến 0,40.

Giá trị môđun đàn hồi E_{dh} và hệ số nở hông μ của một số đất đá được nêu ở bảng V-1.

Bảng V-1. Chỉ tiêu đặc trưng tính đàn hồi của đá cứng và đá nửa cứng

Loại đá	Môđun đàn hồi E_{dh}, 10^4kG/cm^2	Hệ số nở hông μ
Granit	30 ÷ 68	0,03 ÷ 0,05
Sienit	50 ÷ 88	0,14 ÷ 0,26
Gabro	60 ÷ 125	0,11 ÷ 0,38
Điaba	80 ÷ 110	0,26 ÷ 0,38
Bazan	20 ÷ 100	0,20 ÷ 0,23
Đá hoa	35 ÷ 97	0,15 ÷ 0,27
Quaczit	50 ÷ 85	0,13 ÷ 0,26
Đôlomit	30 ÷ 80	0,25 ÷ 0,27
Đá vôi chặt	25 ÷ 75	0,25 ÷ 0,33
Đá vôi kém chặt	7 ÷ 15	0,30 ÷ 0,35
Mác nơ	15 ÷ 46	0,30 ÷ 0,40
Cát kết chặt	30 ÷ 72,5	0,15 ÷ 0,25
Cát kết kém chặt	6 ÷ 20	0,22 ÷ 0,30

Hệ số nén hông ξ thể hiện phần áp lực thẳng đứng được truyền theo phương ngang và được xác định bằng tỷ số áp lực hông P_h và áp lực theo phương thẳng đứng P:

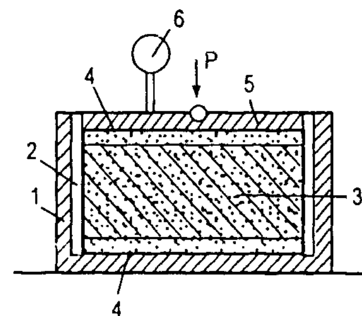
$$\xi = \frac{P_h}{P} \qquad \text{(V-20)}$$

Trị số hệ số nén hông ξ của đá cứng từ 0 ÷ 0,1 ; của đá nửa cứng từ 0,2 ÷ 0,3.

2.2. Biến dạng của đất

Tính ép co dưới tác dụng của tải trọng là đặc trưng quan trọng nhất về tính biến dạng của đất mềm rời. Thể tích các lỗ hổng trong đất bị giảm nhỏ do các hạt khoáng vật dịch chuyển tương đối với nhau, do biến dạng của chính hạt cũng như của nước và khí chứa trong lỗ rỗng. Đất bão hoà nước thì được nén chặt do nước thoát ra khỏi lỗ rỗng, do vậy độ ẩm của đất sẽ giảm dần; còn đất không bão hoà nước thì đến một áp lực nhất định, quá trình nén chặt có thể xảy ra mà không làm thay đổi độ ẩm của nó.

Chỉ tiêu ép co của đất được xác định trong phòng thí nghiệm bằng cách nén mẫu đất chứa trong dao vòng (*hình V-6*). Do có thành cứng, mẫu đất chỉ biến dạng theo phương thẳng đứng mà không có khả năng nở hông.



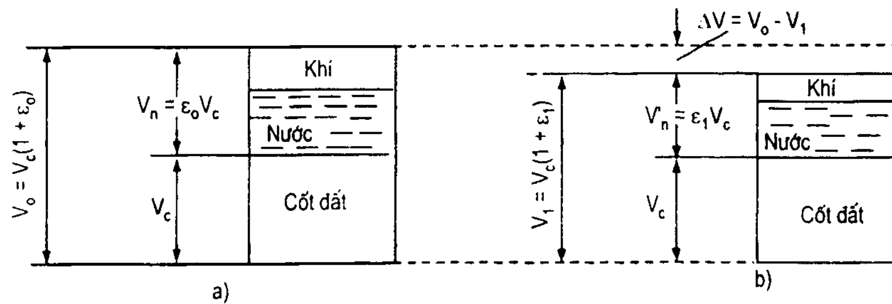
Hình V-6. *Thiết bị nén đất trong phòng.*
1. Hộp cứng ; 2. Dao vòng ; 3. Mẫu đất đá ; 4. Tấm đá thấm ; 5. Nắp truyền lực ; 6. Chuyển vị kế.

Khi nén mẫu đất, đường kính mẫu không thay đổi, vì vậy biến dạng thẳng đứng tương đối của mẫu bằng biến dạng thể tích tương đối :

$$\frac{\Delta h}{h_0} = \frac{\Delta V}{V_0} \tag{V-21}$$

Trong đó : h_0 - chiều cao ban đầu của mẫu ; Δh - trị số biến đổi của chiều cao mẫu khi chịu tải trọng ; V_0 - thể tích ban đầu ; ΔV - trị số biến đổi của thể tích mẫu khi chịu tải trọng.

Đất thông thường được nén chặt chủ yếu là do thể tích lỗ rỗng giảm, nên biến dạng nén của đất được biểu hiện qua trị số biến đổi của hệ số rỗng ; còn trong trường hợp đất bão hoà nước hoàn toàn - qua trị số thay đổi độ ẩm (*hình V-7*).



Hình V-7. *Thay đổi thể tích lỗ rỗng của mẫu đất khi nén*
a) Trước khi nén ; b) *Sau khi nén ;* V_n *- Thể tích lỗ rỗng;*
V_c *- Thể tích cốt đất ;* $\varepsilon_0, \varepsilon_1$ *- Hệ số rỗng trước và sau khi nén.*

Đặt vào biểu thức (V-21) giá trị của thể tích, ta có :

$$\Delta h = h_0 \frac{\Delta V}{V_0} = h_0 \frac{V_c(1+\varepsilon_0) - V_c(1+\varepsilon_1)}{V_c(1+\varepsilon_0)} = h_0 \frac{\varepsilon_0 - \varepsilon_1}{(1+\varepsilon_0)} \tag{V-22}$$

Từ công thức (V-22) rút ra được biểu thức hệ số rỗng của đất tương ứng với trị số tải trọng nào đó :

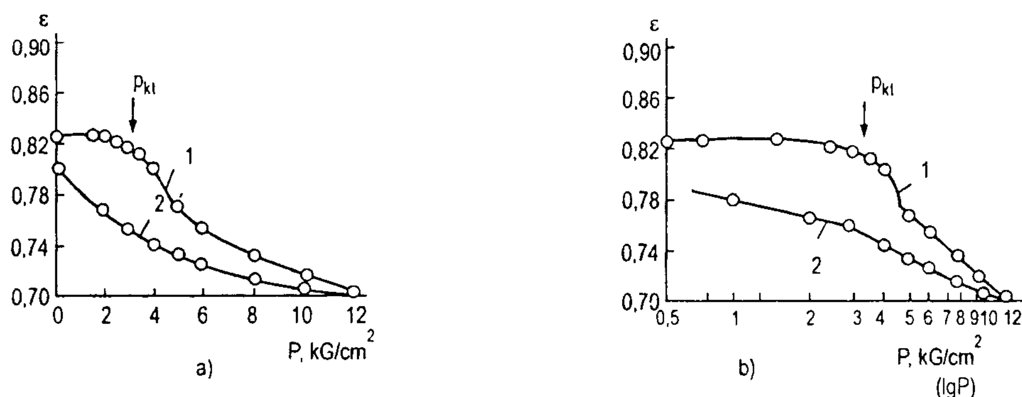
$$\varepsilon_p = \varepsilon_0 - \frac{\Delta h}{h_0}(1+\varepsilon_0) = \varepsilon_0 - e_p(1+\varepsilon_0) \tag{V-23}$$

Trong đó $e_p = \dfrac{\Delta h}{h_0}$ là biến dạng tương đối thẳng đứng của đất dưới áp lực *P*.

Khi biết hệ số rỗng (hay biến dạng tương đối) của đất với các tải trọng tương ứng, có thể thành lập đường cong nén (*hình V-8*). Kết quả thí nghiệm nén được biểu diễn trên đồ thị như sau :

Quan hệ giữa hệ số rỗng ε và áp lực P có thể biểu thị trên hệ toạ độ bình thường hoặc hệ toạ độ nửa logarit.

Quan hệ giữa biến dạng thẳng đứng tương đối e_p và áp lực P có thể biểu thị trên hệ toạ độ bình thường, hệ toạ dộ logarit hoặc nửa logarit.



Hình V- 8. *Đường cong nén*
a) Hệ toạ độ bình thường ; b) Hệ toạ độ nửa logarit;
1. Đường chất tải ; 2. Đường dỡ tải.

Khi áp lực không lớn ($1 \div 3 kG/cm^2$), đường cong nén ở hệ toạ độ ε - P có thể thay bằng đường thẳng (*hình V-9*). Phương trình đường thẳng này với hệ số góc *a* có dạng :

$$\varepsilon = \varepsilon_0 - a\Delta P \qquad \text{(V-24)}$$

từ đó :

$$\Delta\varepsilon = - a\Delta P \qquad \text{(V-25)}$$

Ở đây Δε và ΔP là khoảng biến đổi của ε và P.

Dấu âm trong phương trình V-25 cho thấy là khi tăng áp lực, hệ số rỗng giảm xuống. Hệ số góc a về trị số bằng tang của góc nghiêng với trục ngang của đường cong nén trong khoảng áp lực đã cho :

$$a = tg\alpha = \frac{\Delta\varepsilon}{\Delta P} \qquad \text{(V-26)}$$

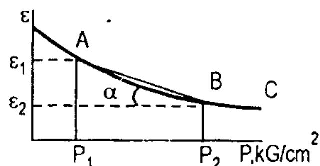
và gọi là *hệ số nén lún* hay *hệ số ép co* (tính bằng cm^2/kG).

Khi đất nén chặt dưới tải trọng lớn, hệ số ép co *a* thay đổi khi tăng tải trọng. Lúc này, biểu diễn kết quả thí nghiệm trên hệ trục nửa logarit (ε – lg P) sẽ cho phép nắn thẳng đường cong trong khoảng áp lực biến đổi lớn; khi đó phương trình biểu diễn có dạng:

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_1 - a_k \lg\frac{P_2}{P_1} \qquad \text{(V-27)}$$

Trong đó : a_k là hệ số góc của đường thẳng, được gọi là *hệ số nén* (hệ số không thứ nguyên). Trị số hệ số nén $a_k = \dfrac{\Delta\varepsilon}{\Delta \lg P}$.

Biểu diễn đường cong nén trong hệ toạ độ ε - lgP cho phép đánh giá độ bền liên kết kiến trúc của đất theo chỗ gãy của đường cong (*hình V-8b*). Khi tải trọng bên ngoài nhỏ hơn độ bền liên kết kiến trúc, đất nén chặt không lớn,



Hình V-9. *Xác định hệ số ép co của đất*

biến dạng mang tính chất thuận nghịch. Còn khi tải trọng bên ngoài vượt cường độ liên kết kiến trúc, đất nén chặt rất nhanh và gây ra nén lún chủ yếu của nền công trình.

Trong tính toán công trình, người ta thường đánh giá khả năng ép co của đất bằng trị số biến dạng thẳng đứng tương đối e_p :

$$e_p = 1000\frac{\Delta h}{h_0}\text{; } mm/m \qquad \text{(V-28)}$$

Trị số e_p gọi là *môđun lún* ; nó là trị số nén lún tính bằng *mm* của cột đất cao 1*m* khi chịu tải trọng P. Cấp ép co của đất theo môđun lún (khi P = 3 kG/cm^2), theo N.N. Maxlov, như ở *bảng V-2*.

Bảng V-2. Xác định khả năng ép co của đất theo môđun lún

Cấp ép co của đất	Môđun lún e_{rp}, *mm/m*	Đặc tính ép co của đất
0	< 1	thực tế không ép co
I	1 ÷ 5	ép co yếu
II	5 ÷ 20	ép co trung bình
III	20 ÷ 60	ép co mạnh
IV	> 60	ép co rất mạnh

Trị số ép co a liên hệ với môđun biến dạng tổng quát E_0 bằng quan hệ sau :

$$E_0 = \beta\frac{1+\varepsilon_0}{a} = \frac{\beta}{a_0} \qquad \text{(V-29)}$$

Trong đó : $a_0 = \frac{a}{1+\varepsilon_0}$ - *hệ số ép co tương đối* ; β - hệ số phụ thuộc tính nở hông của đất; đối với đất cát thì : β = 0,8; cát pha : β = 0,7; đất sét pha : β = 0,5; đất sét : β = 0,4.

Hệ số nở hông và hệ số nén hông của đất xác định theo công thức (V-19) và (V-20) được dùng để tính áp lực lên các công trình chắn, tường ngăn. Các trị số của nó có thể tham khảo ở *bảng V-3*.

Bảng V-3. Hệ số nén hông và hệ số nở hông của đất

Loại đất	Hệ số nén hông, ξ	Hệ số nở hông, μ
Đất cát	0,33 - 0,43	0,25 - 0,30
Đất sét cứng	0,28 - 0,40	0,20 - 0,30
Đất sét pha	0,49 - 0,59	0,33 - 0,37
Đất sét dẻo	0,61 - 0,82	0,38 - 0,45

Biến dạng của đất xốp rời (cát, đất hạt thô) có đặc trưng khác biến dạng của đất dính. Đất hạt thô và đất cát có kiến trúc khung, trong đó các hạt tiếp xúc trực tiếp với nhau. Diện tiếp xúc thường không lớn. Khi chịu áp lực cao vượt quá độ bền của hạt thì tại chỗ tiếp xúc hạt bị nát vụn. Hệ thống trở nên phân tán hơn so với ban đầu.

Khi chịu nén, trong đất xốp rời có sự sắp xếp lại các hạt cho chặt hơn đồng thời với sự biến dạng của chính hạt. Khi lấy đi tải trọng ngoài, đất bị nở và thể tích rỗng lại tăng lên nhưng vẫn nhỏ hơn thể tích rỗng ban đầu, do có biến dạng dư.

Sự thay đổi kiến trúc và cấu tạo của đất dính khi nén là do giảm độ rỗng (thay đổi kích thước và hình dạng lỗ rỗng), do thay đổi kích thước các hợp thể và khe nứt cục bộ và do sự định hướng lại của các hạt.

Khi có tải trọng tác dụng, biến dạng của đất diễn biến theo thời gian. Đối với đất cát và đất dính không bão hoà nước, quá trình ép co cũng không kết thúc một cách nhanh chóng, mặc dù trong một số trường hợp thì sau khi tải trọng tác dụng, độ lún có thể coi như đã chấm dứt ; biến dạng ép co của các loại đất này khi chịu tải trọng thường là do sự ép co của các hạt và khí. Đối với đất dính bão hoà nước, đặc biệt là đất sét có liên kết kiến trúc bị phá huỷ, sự ép co cơ bản là do nước thoát ra từ lỗ rỗng, thì tốc độ ép co phụ thuộc vào tính thấm của đất.

Quá trình nén chặt của đất dính bão hoà theo thời gian, dưới tác dụng của tải trọng cố định, được gọi là *quá trình cố kết*. Việc nghiên cứu quá trình này giúp ta dự đoán tốc độ lún của công trình trên nền đất dính.

Khi chịu tải trọng ngoài, ban đầu đất dính bão hoà nước bị nén tức thời do biến dạng đàn hồi của nước lỗ rỗng và cốt đất ; sau đó, bắt đầu quá trình cố kết thứ nhất : cố kết thấm - do nước bị ép từ lỗ rỗng ra , rồi đến quá trình cố kết thứ hai : cố kết do lưu biến - các hạt dịch chuyển tương đối với nhau một cách chậm chạp trong điều kiện nước trong lỗ rỗng thoát ra ít.

Trong giai đoạn cố kết thấm, áp lực trong nước lỗ rỗng giảm liên tục từ trị số lớn nhất P đến bằng 0, khi tất cả tải trọng ngoài đều truyền cho khung kết cấu của đất. Tại thời điểm bất kỳ, trong đất dính bão hoà nước có quan hệ :

$$P = P' + U_n \tag{V-30}$$

Trong đó : P - áp lực toàn bộ tác dụng lên đất ; P' - áp lực hiệu quả (áp lực lên cốt đất); U_n - áp lực tác dụng lên nước lỗ rỗng.

Thời gian cần để đạt mức độ cố kết nào đó phụ thuộc vào một loạt yếu tố, ảnh hưởng của chúng được thể hiện trong *hệ số cố kết* C_v ;

$$C_v = \frac{k(1+\varepsilon)}{a\gamma_n} \tag{V-31}$$

Trong đó : k - hệ số thấm ; ε - hệ số rỗng ; a - hệ số nén lún ; γ_n - dung trọng của nước.

Như vậy, hệ số cố kết phản ảnh ảnh hưởng đồng thời của tính thấm và tính ép co của đất dính ở độ rỗng nào đó đến tốc độ nén chặt của đất. Khi nén chặt, hệ số thấm k và hệ số nén

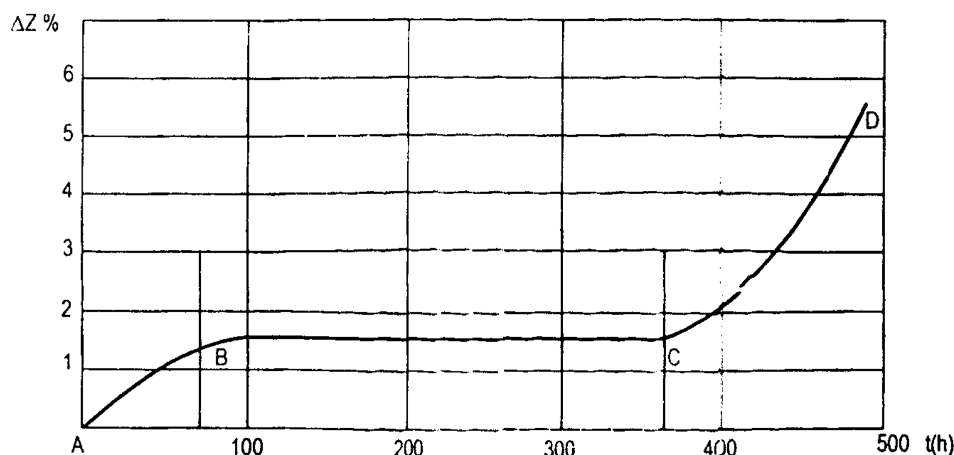
lún a của đất dính giảm nhanh chóng, nhưng tỷ số $\frac{k}{a}$ xem như không thay đổi trong phạm vi áp lực tới $20 \div 30\ kG/cm^2$.

Biến dạng của đất dính kết cấu chặt theo thời gian được quyết định bởi tính nhớt của khung kết cấu (lưu biến).

2.3. Hiện tượng từ biến và chùng ứng suất trong đất đá

Biến dạng chảy dẻo nói chung là sự ứng phó của đất khi ứng suất vượt quá giới hạn đàn hồi. Nhưng dưới tác dụng của tải trọng lâu dài, biến dạng chảy dẻo của đất đá có thể xảy ra cả khi ứng suất thấp hơn giới hạn đàn hồi, đó là *hiện tượng từ biến*. Trong quá trình từ biến, ứng suất của đất đá không thay đổi, hoặc thay đổi không đáng kể, mà biến dạng tăng lên.

Ba giai đoạn của từ biến là (*hình V-10*) : giai đoạn biến dạng tăng dần theo thời gian (đoạn *AB*), giai đoạn ổn định chảy dẻo - biến dạng không tăng theo thời gian (đoạn *BC*), giai đoạn biến dạng lại tăng lên và dẫn đến phá huỷ mẫu (đoạn *CD*).



Hình V-10. *Đồ thị quan hệ giữa biến dạng và thời gian trong từ biến của đất đá*

Hiện tượng từ biến trong đá cứng và nửa cứng có khác nhau. Đá cứng là vật thể giòn, chỉ biến dạng dẻo trong trường hợp tải trọng ngoài gây ra trạng thái ứng suất tác dụng lâu dài hàng thế kỷ, như ở độ sâu lớn trong vỏ quả đất dưới tác dụng của nhiệt độ cao và áp suất cao. Trong điều kiện thông thường đá cứng bị biến dạng nhanh, chủ yếu là biến dạng thuận nghịch và bị phá hoại giòn.

Sự biến dạng của đá nửa cứng trong điều kiện bình thường tiến triển rất chậm chạp với thời gian thí nghiệm hoặc thời gian phục vụ của công trình. Tính đàn hồi, độ bền, độ giòn của đá nửa cứng như được tăng lên khi đặt nhanh tải trọng. Ngược lại, khi tải trọng tăng từ từ, tính đàn hồi và độ bền của nó bị giảm. Biến dạng đàn hồi - nhớt, đàn hồi - dẻo phát triển khi tải trọng ngoài tăng lên một cách từ từ và cả khi tải trọng ngoài không đổi (các tải trọng này bé hơn tải trọng phá hoại).

Khả năng đá nửa cứng bị biến đổi tính chất cơ học và biến dạng theo thời gian quyết định sự phát triển của các quá trình khác nhau : lún, đẩy trồi công trình, trượt, biến dạng mái dốc thiên nhiên và mái dốc công trình...

Dưới tải trọng công trình, đất đá loại sét thể hiện tính từ biến rõ rệt nhất. Trong giai đoạn đầu tác dụng của tải trọng, tỷ lệ biến dạng chảy dẻo so với biến dạng đàn hồi trong đất sét thường là 20 ÷ 45%, có khi 80 ÷ 90%, và biến dạng lớn nhất xảy ra trong một vài ngày đầu tiên.

Ngược lại với từ biến là *hiện tượng chùng ứng suất*, tức là hiện tượng giảm dần trị số ứng suất trong đất đá khi tải trọng ngoài không thay đổi và tính chất biến dạng chuyển dần từ biến dạng đàn hồi sang biến dạng dẻo. Kết quả là sau khi dỡ tải, biến dạng của đất đá vẫn giữ nguyên mặc dù ứng suất chưa vượt quá giới hạn đàn hồi của nó.

Việc nghiên cứu về từ biến và chùng ứng suất trong đất đá cho thấy một quy luật chung về tính chất đất đá thay đổi theo thời gian tác dụng của tải trọng. Thời gian tác dụng của tải trọng càng dài thì các tính chất đàn hồi của đất đá (môđun đàn hồi E_{dh}, giới hạn đàn hồi) càng nhỏ và các tính chất dẻo của nó càng thể hiện nhiều hơn. Quy luật này có ý nghĩa rất cơ bản trong xây dựng các công trình ngầm. Vì nếu thời gian tác dụng của tải trọng trở nên đáng kể mà ứng suất giảm nhiều thì đất đá mang tính dẻo. Kết quả là phát sinh các hiện tượng lún và trượt, hiện tượng phân bố lại ứng suất ngoài ý muốn trong khối đất đá, và lớp vỏ đường hầm có thể bị phá hoại.

§3. CƯỜNG ĐỘ (SỨC CHỊU) CỦA ĐẤT ĐÁ

Nếu thông qua lực ngoài, ta tăng dần ứng suất trong đất đá thì biến dạng của đất đá sẽ tăng lên và dẫn đến mẫu bị phá hoại. Trị số ứng suất giới hạn khi mẫu bị phá hoại là cường độ hay giới hạn sức chịu của đất đá. Đất đá khác nhau, trạng thái ứng suất khác nhau thì cường độ cũng khác nhau. Trong xây dựng thường dùng các chỉ tiêu cường độ chống nén và kéo, cường độ chống trượt, cường độ chống xuyên và đôi khi là cường độ lâu dài của đất đá.

3.1. Cường độ chống (sức chịu) kéo và nén của đất đá

Cường độ chống nén của đất đá thường được xác định bằng cách nén hỏng nó trong điều kiện nở hông tự do. Lực phá hoại khi nén mẫu chỉ tác dụng theo một hướng vì thế thí nghiệm này gọi là nén một trục.

Cường độ chống nén của đất đá được thể hiện khi có sự tăng biến dạng tương đối một cách rõ rệt hoặc thấy rõ mẫu đất đá bị phá hoại. Nếu giả thiết trạng thái ứng suất của mẫu là đồng nhất thì cường độ chống nén σ_n được tính theo công thức :

$$\sigma_n = \frac{P_{nh}}{F} \qquad \text{(V- 32)}$$

Trong đó : P_{nh} - lực nén hỏng mẫu, *kG;* F - diện tích tiết diện mẫu, cm^2.

Trong thực tế thì trạng thái ứng suất khi nén là không đồng nhất, vì thế σ_n chỉ cho phép đánh giá gần đúng khả năng ổn định của nền.

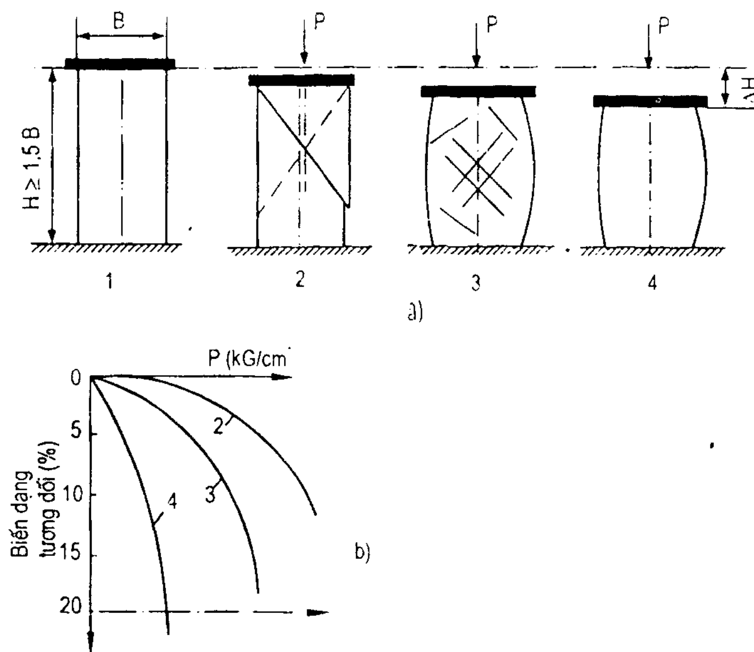
Tuỳ theo loại đất đá, mẫu có thể bị phá hoại ở trạng thái giòn, nửa giòn hoặc dẻo (*hình V-11*).

Cường độ chống nén của đất đá phụ thuộc vào nhiều nhân tố, trong đó có ba nhân tố cơ bản sau : thành phần khoáng vật và thành phần hoá học, kiến trúc và cấu tạo của đất đá, điều kiện tiến hành thí nghiệm.

Cường độ chống nén của đá dao động trong phạm vi lớn : bazan tới $4500 kG/cm^2$, granitaplit hạt bé và quaczit chứa sắt tới $3800 kG/cm^2$, gabro và điaba tới $3200\ kG/cm^2$, đá trầm tích và phun trào có cường độ nhỏ hơn $2000 kG/cm^2$.

Hình thái phá hoại mẫu khi nén đá và đất dính hầu như tương tự nhau, chỉ khác nhau ở chỗ, nếu ở đá rắn chắc biến dạng phá hoại không vượt quá 10%, thì ở đất dính, nó có thể vượt 10%. Thành phần khoáng vật, sự sấy khô, tính phân tán và các cation trao đổi là các yếu tố ảnh hưởng đến độ bền của đất dính.

Cường độ chống nén của đất đá cho phép ta đánh giá được sức chịu của nền tức là tải trọng cho phép để nền không bị phá hoại.



Hình V-11. *Biến dạng của đất đá khi nén một trục*

a) Hình dạng của mẫu đất đá trước và sau khi thí nghiệm ; b) Đồ thị áp lực - biến dạng ;

1. Mẫu trước khi thí nghiệm ; 2. Phá hoại giòn ; 3. Phá hoại nửa giòn ; 4. Phá hoại dẻo.

Cường độ chống kéo của đất đá được xác định trong điều kiện kéo một trục theo công thức:

$$\sigma_k = \frac{P_{ph}}{F} \qquad \text{(V-33)}$$

Trong đó : P_{ph} - lực phá hỏng mẫu, *kG* ; F - diện tích tiết diện bị phá hỏng, cm^2.

Cường độ chống kéo là chỉ tiêu cần thiết khi xác định độ dốc cho phép của mái đá, tính toán biến dạng hướng tâm và ứng suất cho phép trong đường hầm áp lực, khi thiết kế đập bê tông... Việc xác định cường độ chống kéo của đất đá còn nhiều vấn đề vì ảnh hưởng của khe nứt và sự phân bố ứng suất không đều trong mẫu thí nghiệm.

Độ bền kéo của đá thường không vượt quá $100 \div 150 kG/cm^2$ và phụ thuộc vào thành phần thạch học, độ thô của hạt, độ bền liên kết giữa các hạt, khe nứt vi mô...

Từ bảng V-4 ta thấy cường độ chống kéo chỉ bằng $2 \div 5\%$ cường độ chống nén, chỉ một vài loại đá như đá hoa mới lên tới 10%.

Cường độ chống kéo của đất rất nhỏ. Độ bền kéo của đất sét có cấu trúc thiên nhiên không vượt quá $1{,}30 \div 1{,}50 kG/cm^2$, thường thì bé hơn $1 kG/cm^2$.

Bảng V-4. Cường độ chống nén (σ_n) cường độ chống kéo (σ_k) của một số đá

Loại đá	n, %	σ_n , kG/cm^2	σ_k , kG/cm^2
Granit	0,64	2640	44 - 121
Điaba	-	900	50
Quaczit	0,81	3280	67 - 159
Đá hoa	0,46	1510	10 - 163
Đá vôi	9,22	1450	50 - 100
Cát kết	-	-	50 - 104
Đá phiến	-	180 - 260	10 - 80

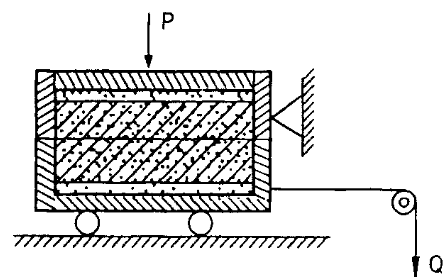
3.2. Cường độ chống trượt của đất đá

Dưới tác dụng của ngoại lực, trong một bộ phận nào đó của khối đất đá, liên kết giữa các hạt bị phá huỷ và xảy ra trượt (chuyển dịch) của phần này với phần khác, ví dụ như trượt mái dốc, trồi đất dưới móng công trình ...

Việc xác định cường độ chống trượt của đất đá được thực hiện bằng thí nghiệm trong phòng hay ngoài trời. Thí nghiệm minh hoạ lại sự phá hoại của đất đá ở công trình và xác định lực cần thiết để cắt mẫu dưới tác dụng của áp lực pháp tuyến đã biết (*hình V-12*).

Trong trường hợp chung, áp lực pháp tuyến tăng thì cường độ chống trượt của đất đá tăng theo (*hình V-13*).

Trong vùng áp lực nén, về nguyên lý thì sức chống trượt tăng lên không hạn chế. Trong vùng áp lực kéo, sức chống trượt có trị số xác định và trên đồ thị thì đường cong sức chống trượt cắt trục tung (*hình V-13a*). Đất không dính không có cường độ chống kéo, vì vậy đường cong cường độ chống trượt xuất phát từ gốc toạ độ (*hình V-13b*).

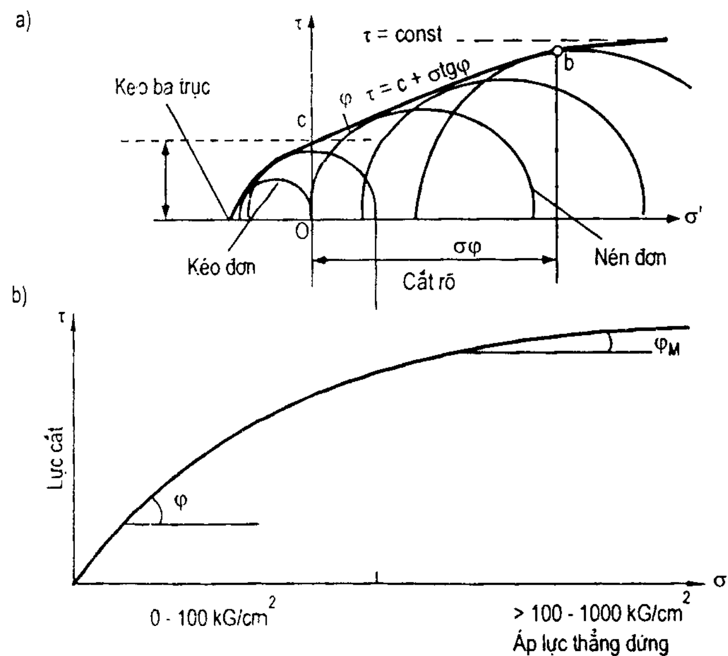


Hình V-12. *Thiết bị cắt đất trực tiếp*
P - tải trọng nén ; Q - lực cắt

Trong khoảng nhất định của áp lực pháp tuyến (đến vài chục kG/cm^2), quan hệ giữa cường độ chống trượt và áp lực pháp tuyến có thể xem như quan hệ đường thẳng và biểu diễn bằng *phương trình Culông*:

$$\tau_{th} = \sigma_p tg\varphi + C \qquad (V\text{-}34)$$

Trong đó : τ_{th} - cường độ chống trượt tới hạn, kG/cm^2 ; σ_p - ứng suất pháp, kG/cm^2; $tg\varphi$ - hệ số ma sát trong của đất đá ; φ - góc ma sát trong của đất đá ; C - lực dính của đất đá, kG/cm^2; φ và C là các tham số về cường độ chống trượt của đất đá và được dùng để tính toán sức chịu và ổn định trượt của đất đá, tính áp lực của đất đá lên công trình chắn, công trình ngầm.



Hình V-13. Quan hệ cường độ chống trượt và áp lực pháp tuyến
a) Đất dính ; b) Đất không dính.

Để thấy rõ tầm quan trọng của việc xác định chính xác trị số cường độ chống trượt của đất đá ta hãy xét ví dụ sau đây : Để xây dựng một đập đá đổ người ta dùng cuội kết với thể tích là $60.10^6 m^3$. Khi góc ma sát trong φ của cuội kết thay đổi từ 35^0 lên 38^0, nghĩa là tăng 8,5%, sẽ dẫn đến thể tích đá đổ giảm khoảng 4 triệu m^3 (7% khối lượng). Trong trường hợp lấy giá trị φ và C cao hơn giá trị thực tế có thể dẫn đến công trình bị biến dạng nghiêm trọng hoặc phá hoại hoàn toàn.

Các tham số φ và C của đá biến đổi trong phạm vi rộng : trị số góc ma sát trong khác nhau $1,5 \div 5$ lần, còn lực dính tới hàng chục, hàng trăm lần. Giá trị góc ma sát trong của đất đá có thể tham khảo ở bảng V-5.

Chỉ tiêu về cường độ chống trượt của đất cát có độ chặt trung bình cho ở bảng V-6. Cát hạt lớn có cường độ chống trượt lớn hơn cát hạt nhỏ.

Đối với đất cát cường độ chống cắt phụ thuộc chủ yếu vào độ chặt ban đầu, khi không lấy được các mẫu nguyên dạng, giá trị góc ma sát trong có thể xác định bằng thí nghiệm góc mái dốc thiên nhiên hoặc thí nghiệm chuỳ xuyên. Trường hợp lấy được mẫu nguyên dạng, thì giá trị của cường độ chống trượt (cắt) được xác định trên máy cắt trực tiếp.

Khi xác định cường độ chống trượt của đất sét cần chọn phương pháp cắt đất thích hợp, phản ánh được đúng đắn tình hình làm việc thực tế của đất ở hiện trường ; bởi vì cường độ chống trượt của đất sét phụ thuộc rất nhiều nhân tố khác nhau, bao gồm độ ẩm, độ cố kết,

tình hình tăng tải... Thực tế cho thấy với những điều kiện thí nghiệm khác nhau, kết quả thu được sẽ chênh lệch nhau rất nhiều. Ở những điều kiện khác nhau như thế, đối với đất cát cũng cho kết quả không giống nhau, nhưng mức độ chênh lệch không lớn như ở đất sét.

Bảng V-5. Giá trị góc ma sát trong của đá (theo G.I. Fixenko, M.N. Gondstein)

Mẫu cắt	Mẫu kiểm tra	Góc ma sát trong khi cắt phiến với phiến hoặc theo khe nứt, độ			Góc ma sát khi cắt, độ
		Bề mặt cắt			
		Nhẵn khô	Nhám		
			Khô	Thấm ướt	
Granit	Granit	34	33	32	-
Sienit	Sienit	-	22 ÷ 31	-	35
Đá phiến sét	Đá phiến sét	-	13	10	-
Đá vôi	Đá vôi	-	19 ÷ 25	31 ÷ 35	-
Đá macnơ	Đá macnơ	-	16	14	-
Cát kết	Cát kết	-	26 ÷ 31	-	36
Bột kết	Bột kết	-	23 ÷ 28	-	33
Sét kết	Sét kết	-	19 ÷ 26	-	27 ÷ 30
Bê tông	Secpentinit	-	33,0	-	-
Bê tông	Sét bentonit	-	23	-	33
Bê tông	Bê tông	-	28 ÷ 32	17 ÷ 33	33

Bảng V-6. Cường độ chống trượt của đất cát có độ chặt trung bình

Loại đất	Lực dính C, kG/cm^2	Góc ma sát trong φ, *độ*	Hệ số ma sát trong f
Cát dăm	0,01 ÷ 0,2	38 ÷ 40	0,78 ÷ 0,86
Cát hạt thô	0,01 ÷ 0,2	36 ÷ 38	0,73 ÷ 0,78
Cát hạt lớn	0,01 ÷ 0,1	34 ÷ 36	0,70 ÷ 0,73
Cát hạt trung	0,01 ÷ 0,1	33 ÷ 34	0,65 ÷ 0,68
Cát hạt nhỏ	0,02 ÷ 0,2	31 ÷ 32	0,60 ÷ 0,63
Cát hạt mịn	0,02 ÷ 0,2	26 ÷ 30	0,49 ÷ 0,58

Thí nghiệm cắt đất có thể tiến hành theo ba sơ đồ : cắt nhanh, cắt chậm và cắt nhanh cố kết.

Nội dung cơ bản của *phương pháp cắt nhanh* là nhằm làm cho trong quá trình thí nghiệm, nước lỗ rỗng không thoát được ra ngoài, mẫu đất không được cố kết dưới các tải trọng tác dụng lên nó và độ chặt của đất không tăng lên so với độ chặt ban đầu.

Trái với phương pháp cắt nhanh, *phương pháp cắt chậm* bảo đảm cho nước lỗ rỗng thoát được ra ngoài, mẫu đất được cố kết đầy đủ dưới các tải trọng tác dụng lên nó và độ chặt của đất tăng lên đến mức tối đa mà nó có thể đạt đến dưới các tải trọng ấy.

Phương pháp cắt nhanh cố kết là phương pháp trung gian giữa hai phương pháp nói trên. Mẫu đất được hoàn toàn cố kết dưới tác dụng của tải trọng nén, sau đó tăng tải trọng cắt lên thật nhanh sao cho nước lỗ rỗng không kịp thoát ra ngoài.

Trong ba phương pháp thí nghiệm trên đây, phương pháp cắt nhanh cho ta các giá trị góc φ bé nhất, phương pháp cắt chậm cho φ lớn nhất còn phương pháp cắt nhanh cố kết cho các giá trị trung gian. Giá trị lực dính C cũng tăng dần từ phương pháp cắt nhanh đến phương pháp cắt chậm, nhưng lượng tăng của đại lượng này không lớn như góc φ.

Bảng V-7. Cường độ chống trượt của đất sét tuổi Đệ Tứ khi $0 \leq B \leq 1$

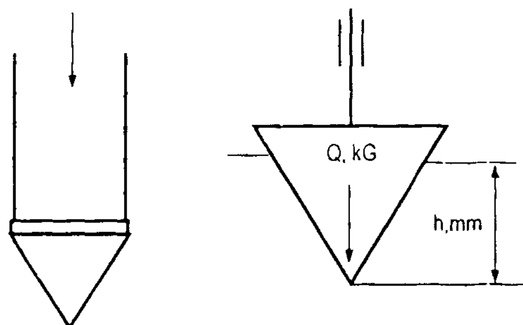
Độ ẩm ở giới hạn dẻo	Đặc trưng của đất	C và φ khi hệ số rỗng ε					
		0,41 -0,5	0,51-0,6	0,61-0,7	0,71-0,8	0,81-0,95	0,96-1,1
9,5 ÷ 12,4	C	0,12	0,08	0,06	-	-	-
	φ	25	24	23	-	-	-
	tg φ	0,47	0,45	0,42	-	-	-
12,5 ÷ 15,4	C	0,42	0,21	0,14	0,07	-	-
	φ	24	23	22	21	-	-
	tg φ	0,45	0,40	0,40	0,38	-	-
15,5 ÷ 18,4	C	-	0,50	0,25	0,19	0,11	0,08
	φ	-	22	21	20	19	18
	tg φ	-	0,40	0,38	0,36	0,34	0,33
18,5 ÷ 22,4	C	-	-	0,68	0,34	0,28	0,19
	φ	-	-	20	19	18	17
	tg φ	-	-	0,31	0,34	0,33	0,31
22,5 ÷ 26,4	C	-	-	-	0,82	0,41	0,36
	φ	-	-	-	18	17	16
	tg φ	-	-	-	0,33	0,31	0,29
26,5 ÷ 30,4	C	-	-	-	-	0,94	0,47
	φ.	-	-	-	-	16	15
	tg φ	-	-	-	-	0,29	0,27

Các tham số chống cắt φ và C xác định bằng phương pháp cắt nhanh dùng để tính toán ổn định ở các mái dốc của các công trình bằng đất vừa mới đắp hoặc tính sức chịu tải của các nền đất dính trong điều kiện tình hình thoát nước không thuận lợi, đồng thời công trình lại dự kiến xây dựng nhanh chóng. Để tính toán ổn định chống trượt của mái dốc trong đất nguyên thể hoặc xác định sức chịu tải của các nền đất dính trong tình hình thoát nước dễ dàng và tốc độ xây dựng công trình không lớn, thì trái lại, cần dựa vào số liệu φ và C trong thí nghiệm cắt chậm. Nếu đất có điều kiện làm việc trung gian giữa các tình hình trên, thì cường độ chống trượt của nó cần được xác định dựa vào phương pháp cắt nhanh cố kết.

Cường độ chống trượt của đất sét Đệ Tứ khi độ sệt *B* nằm trong khoảng từ 0 đến 1 ; ($0 \le B \le 1$) có thể tham khảo trong *bảng V-7*.

3.3. Cường độ chống xuyên tĩnh của đất đá

Để có một mô hình thí nghiệm cường độ đất đá sát với điều kiện làm việc thực tế của đất nền dưới tải trọng công trình, lại có thể thí nghiệm tiện lợi ở ngoài trời và tiết kiệm mẫu thử khi thí nghiệm trong phòng, gần đây người ta áp dụng rộng rãi thí nghiệm xuyên tĩnh (*hình V-14*). Mũi xuyên thông dụng có hình nón, góc đỉnh 60^0, đường kính 36*mm*, có kết hợp đo ma sát với thiết bị thí nghiệm hiện trường, và mũi xuyên hình nón 30^0, 60^0 với thí nghiệm trên các mẫu trong phòng. Công thức tính toán như sau :



Hình V-14. *Sơ đồ mũi xuyên tĩnh*
a) Xuyên tĩnh hiện trường ;
b) Xuyên tĩnh trong phòng.

Với xuyên tĩnh hiện trường (*hình V-14a*).

$$P_x = KP_2 \text{ , } kG/cm^2 \qquad \text{(V-35)}$$

Trong đó: P_2 - tổng lực chống xuyên của đất lên đầu mũi xuyên (*kG*), K - hệ số thiết bị, P_x - cường độ kháng xuyên (kG/cm^2).

Với xuyên tĩnh trong phòng (*hình V-14b*) :

$$P_x = K\frac{Q}{h^2} \text{ , } kG/cm^2 \qquad \text{(V-36)}$$

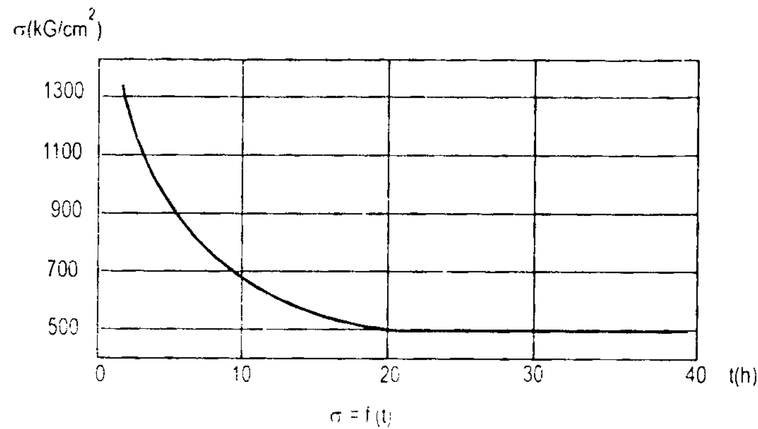
Trong đó: Q - trọng lượng quả xuyên (*G*) ; h - độ sâu ngập của mũi xuyên (*mm*), K - hệ số thiết bị .

Đối với xuyên tĩnh hiện trường có thể lập đồ thị thay đổi P_x hoặc P_2 theo chiều sâu hố xuyên và với nhiều hố xuyên có thể lập mặt cắt biểu thị cường độ kháng xuyên theo không gian. Người ta cũng đã lập bảng tính sẵn quan hệ P_x với P_2 cho máy xuyên hiện trường và P_x với h và Q cho máy xuyên trong phòng.

3.4. Cường độ lâu dài của đất đá

Hiện tượng từ biến, chùng ứng suất đã làm cho cường độ của đất đá bị giảm đi theo thời gian tác dụng của tải trọng (*hình V-15*). Cường độ lâu dài của đất đá là cường độ giới hạn của nó ở thời điểm sau xây dựng khá lâu (vô cùng).

Trong thực tế, cường độ nén lâu dài được xác định từ đường biểu diễn cường độ lâu dài, tương ứng với ứng suất gây ra sự phá hoại ở thời điểm chọn tương ứng với thời gian phục vụ của công trình. Thường cường độ lâu dài giới hạn trong thí nghiệm được chọn theo ứng suất lớn nhất chưa gây nên sự phá hoại mẫu sau thời gian 1000 giờ.



Hình V-15. Đường cong cường độ lâu dài của đất đá

Cường độ nén lâu dài của một số đá được trình bày trong *bảng V-8*.

Bảng V-8. Cường độ nén lâu dài của một số đá

Loại đá	Cường độ nén σ_n, kG/cm^2	Cường độ nén lâu dài σ_{nld}, kG/cm^2	Tỷ số $\frac{\sigma_{nld}}{\sigma_n}$
Đá vôi	380	280	0,74
Cát kết	760	490	0,65
Đá phiến sét	300 ÷ 400	150 ÷ 180	0,50 ÷ 0,65
Bê tông	250	150	0,60

Nhiều công trình nghiên cứu cho thấy, đối với đất loại sét cường độ chống trượt lâu dài bị giảm chủ yếu là do giảm nhỏ lực dính C, còn góc ma sát trong φ thực tế hầu như không thay đổi.

Nghiên cứu cường độ lâu dài của đất đá rất cần thiết đối với xây dựng các công trình, đặc biệt là các công trình vĩnh cửu.

§4. MỘT SỐ TÍNH CHẤT KHÁC CỦA ĐẤT ĐÁ

Trong một số lĩnh vực xây dựng, ngoài những chỉ tiêu vật lý, cơ học thông dụng, kỹ thuật còn đòi hỏi phải nghiên cứu một số chỉ tiêu cơ học chuyên môn của đất đá như độ kiên cố, độ cứng, độ dẻo quánh, độ mài mòn, độ nổ mìn...

Độ kiên cố của đất đá được biểu thị bằng hệ số kiên cố f_{kc}, đặc trưng cho khả năng bền vững của đất đá. Hệ số kiên cố của đất đá phụ thuộc vào thành phần thạch học, trạng thái vật lý - mức độ nứt nẻ, phong hoá, độ ẩm, độ bền... Thường xác định f_{kc} theo cường độ chống nén:

$$f_{kc} = \frac{\sigma_n}{100} \qquad \text{(V-37)}$$

Trị số f_{kc} được xác định chính xác hơn theo công thức của L.I. Baron :

$$f_{kc} = \frac{\sigma_n}{300} + \sqrt{\frac{\sigma_n}{30}} \qquad (V\text{-}38)$$

Khi xác định f_{kc} cần chú ý mức độ nứt nẻ, phong hoá của đất đá. Ví dụ hệ số kiên cố của đá granit không nứt nẻ là 10, khi nứt nẻ bị giảm xuống 8, thậm chí chỉ còn 6. Dựa vào độ kiên cố, M.M. Protodiaconov chia đất đá ra làm 10 cấp khác nhau (*bảng V-9*).

Bảng V-9. Bảng phân loại đất đá theo độ kiên cố của M.M. Protodiaconov

Cấp đất đá	Mức độ kiên cố	Loại đất đá	Hệ số kiên cố f_{kc}
I	Kiên cố nhất	Quaczit, bazan chặt sít và rắn chắc nhất. Các loại đá khác có độ kiên cố lớn nhất.	20
II	Rất kiên cố	Các loại granit, pocfia thạch anh rất chắc, đá phiến silit rất rắn chắc, quaczit ít chắc hơn. Cát kết và đá vôi rắn chắc nhất.	15
III	Kiên cố	Các loại đá vôi, cát kết rất rắn chắc. Cát kết thạch anh, cuội kết rắn chắc	10
III -a	-	Granit không rắn chắc. Các loại đá vôi, cát kết, đá hoa, dolomit rắn chắc.	8
IV	Tương đối kiên cố	Cát kết thường.	6
IV -a	-	Đá phiến cát. Cát kết phân phiến.	5
V	Kiên cố trung bình	Đá phiến sét rắn chắc. Cát kết và đá vôi không rắn chắc, cuội kết yếu.	4
V-a	-	Các loại đá phiến kém rắn chắc, macnơ chặt sít.	3
VI	Tương đối mềm	Đá phiến, đá vôi mềm, muối mỏ, thạch cao. Macnơ thường. Cát kết bị phá huỷ, sỏi dăm được dính kết, đất lẫn đá.	2
VI -a	-	Đất lẫn dăm. Đá phiến bị phá huỷ, sỏi và dăm tàn tích, sét hoá cứng.	1,5
VII	Mềm	Sét chặt. Đất sét cứng chắc.	1
VII - a	-	Sét lẫn cát nhẹ, sỏi.	0,8
VIII	Bở rời	Đất trồng. Bùn than cứng. Sét pha nhẹ, cát ẩm.	0,6
IX	Rời rạc	Cát, đất phủ, sỏi nhỏ, đất đắp.	0,5
X	Tơi chảy	Đất chảy, đất lầy	0,3

Hệ số kiên cố là đại lượng dùng để xác định tính chất nứt vỡ khi nổ mìn, đào hầm, áp lực tác dụng lên vì chống, lên vỏ đường hầm, khả năng phải xây vòm gia cố, điều kiện thi công... Ví dụ như đường hầm có đường kính D < 6*m* đào trong đá có $f_{kc} \geq 6$ thì không phải gia cố vòm ; nhưng do f_{kc} lớn, việc đào hầm sẽ khó khăn. Khi trị số f_{kc} nhỏ, đất đá dễ mất ổn định nên cần phải chống đỡ khi đào đường hầm và cần xây lớp vỏ bảo vệ.

Độ cứng R của đất đá là khả năng chống lại tác động cơ học của các vật dụng cứng lên đất đá. Nó phụ thuộc độ cứng của các khoáng vật tạo đất đá, cường độ liên kết kiến trúc và trạng thái vật lý của đất đá.

Người ta chia độ cứng ra làm độ cứng động R_d và độ cứng tĩnh R_t. Việc xác định độ cứng động hay tĩnh tuỳ tình hình làm việc thực tế của lực từ từ hay va đập.

Đối với đất đá có tính dẻo cao (đất đá sét), độ cứng tĩnh có thể xác định theo phương pháp nén bi thép của Brinnel :

$$R_t = \frac{P}{d} \tag{V-39}$$

Trong đó P là lực nén (*kG*) để viên bi thép chuẩn tạo nên một vết lõm chỏm cầu có đường kính d (*mm*) trên mặt khối đất đá.

Đối với đất đá giòn thì độ cứng tĩnh được xác định theo hiện tượng nứt giòn của vết lõm trên mặt đá dưới tác dụng của tải trọng lên mũi đột tiêu chuẩn.

Độ cứng động R_d thường xác định theo phương pháp Sor : từ một độ cao xác định thả cho rơi xuống mặt đất đá một mũi chuỳ có gắn hạt kim cương hình cầu ; chỉ tiêu độ cứng động là độ cao nẩy lên của chuỳ.

Chỉ tiêu độ cứng là thông số tính toán cần thiết khi khoan phá đá, đào hố móng, xây dựng công trình ngầm.

Độ dẻo quánh S là tỉ số của cường độ chống nén với cường độ chống trượt của đất đá, đặc trưng cho sức chống đỡ của đất đá đối với các lực chia xẻ nó. Tuy nhiên, trong thực tế thường dùng độ dẻo quánh tương đối, so sánh với độ dẻo quánh của đá vôi.

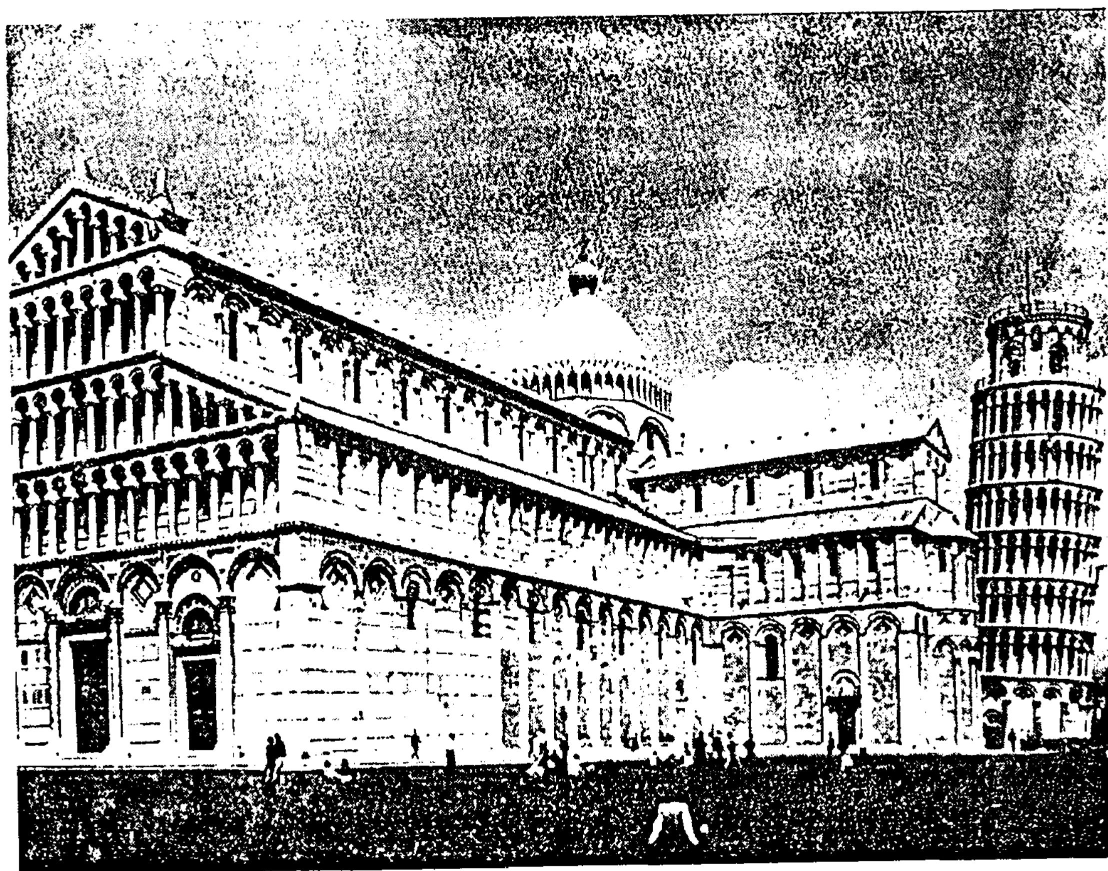
Độ dẻo quánh là một thông số kỹ thuật cần cho việc tính toán và chọn lựa thiết bị khoan đào.

Độ mài mòn M của đất đá đặc trưng cho khả năng chống lại sự cọ sát của các dụng cụ lên nó. Dùng vòng tròn quay tiêu chuẩn trên đó có đổ cát thạch anh (ở dạng hạt hoặc bột) làm vật liệu mài để xác định độ mài mòn của đá. Sau một số vòng quay xác định (được 1000*m* đường đi với tốc độ 30 ÷ 35*m/phút*), mẫu được đem cân và đo. Căn cứ vào khối lượng mất đi và thể tích thay đổi, xác định được độ mài mòn. Độ mài mòn được tính theo độ giảm khối lượng và thể tích trên đơn vị bề mặt xảy ra sự cọ xát. Trên tuyến đường có lượng xe chạy nhiều, độ mài mòn của đất đá lát mặt đường không được lớn hơn $0{,}4g/cm^2$; còn đường xe chạy ít, không lớn hơn $2g/cm^2$. Đất đá có độ mài mòn lớn hơn $2g/cm^2$ là loại có chất lượng kém.

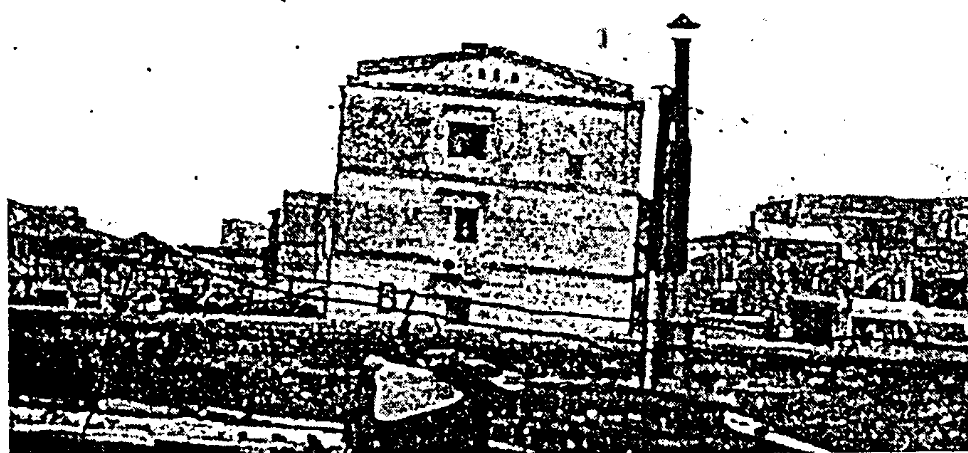
Độ nổ mìn q hay khả năng nổ mìn, đặc trưng cho khả năng của đất đá chống lại áp lực nổ, thường được đánh giá bằng lượng thuốc nổ tiêu hao q *(kg/m³)* khi phá vỡ một mét khối đất đá ra khỏi khối đá gốc (*bảng V-10*).

Độ nổ mìn phụ thuộc rất nhiều yếu tố như thành phần, kết cấu, trạng thái vật lý, độ bền, độ kiên cố của đất đá cũng như điều kiện nổ (loại thuốc nổ, lượng thuốc nổ...).

Hiện nay, nhiều cơ quan chuyên môn đã thiết lập được các bảng phân loại đất đá theo độ nổ mìn. Căn cứ vào độ nổ mìn ta có thể sơ bộ chọn lựa phương pháp nổ, tính toán lượng thuốc nổ, hình dạng phễu nổ...



Hình V-16. *Tháp Pisa (Ý) xây năm 1174, cao 56,70 mét, tải trọng 14.500tấn, lún 8-10mm/năm.*



Hình V-17. *Nhà nghiêng B7 khu tập thể Thành Công (Hà Nội)*

Bảng V-10. Độ nổ mìn của đất đá

Loại đất đá	q (kg/m^3)	Loại đất đá	q (kg/m^3)
Cát	1,80 ÷ 2,0	Đá phiến, cát kết chất gắn kết là sét, đá vôi mềm.	1,35 ÷ 1,65
Cát chặt ẩm ướt	1,40 ÷ 1,50		
Đất sét chắc	1,20 ÷ 1,50		
Đá phấn	0,90 ÷ 1,10	Cát kết chất gắn kết là canxit, đá vôi cứng, dolomit	1,50 ÷ 1,95
Thạch cao	1,20 ÷ 1,50		
Đá vôi vỏ sò hến	1,80 ÷ 2,10	Granit	1,80 ÷ 2,25
Cuội kết	1,35 ÷ 1,65		
Bazan	2,10 ÷ 2,70	Pocfirit	2,40 ÷ 2,55

Vậy đất đá là gì ?

Qua 5 chương dài nghiên cứu về đất đá ta thấy rằng : *Đất đá* là những thể địa chất cấu tạo nên vỏ quả đất, trong nó gồm những hạt to nhỏ cứng mềm khác nhau, có gắn kết hoặc không gắn kết với nhau, giữa chúng có những lỗ rỗng và khe nứt trong đó chứa đầy khí và nước, được sinh thành và biến đổi trong một lịch sử lâu dài và phức tạp. Nhìn chung, đất đá có thành phần và tính chất không đồng nhất, không đẳng hướng theo không gian, luôn biến đổi theo thời gian tuỳ thuộc vào điều kiện sinh thành và tồn tại của nó.

CHƯƠNG VI

NƯỚC DƯỚI ĐẤT

Nước dưới đất là nước tồn tại trong các lỗ rỗng và khe nứt của đất đá dưới mặt đất, dễ dàng di chuyển dưới tác dụng của trọng lực. Trong địa chất công trình, nước dưới đất là một trong ba loại đối tượng nghiên cứu quan trọng nhằm :

1. Tính toán để khi khai thác nước dưới đất, như một khoáng sản có ích, cho các nhu cầu sinh hoạt; phục vụ công, nông nghiệp của con người.

2. Tính toán chọn lựa các biện pháp để tháo khô hố móng các công trình đặt thấp hơn mực nước dưới đất.

3. Tính lượng nước thấm mất của các công trình giữ, dẫn nước (hồ chứa nước, kênh dẫn...) và tìm giải pháp khắc phục.

Để việc thiết lập các sơ đồ tính toán thấm nhằm giải quyết các bài toán đặt ra ở trên là nội dung của chương sau thì trong chương này chúng ta phải nghiên cứu các vấn đề chung về :

- Các tầng chứa nước dưới đất, sự hình thành và đặc tính của nó.
- Chất lượng, trữ lượng của nước dưới đất.
- Động thái của nước dưới đất.

§1. CÁC TẦNG CHỨA NƯỚC DƯỚI ĐẤT

Các tầng đất đá có độ lỗ rỗng và độ nứt nẻ lớn, chứa đầy nước gọi là tầng chứa nước dưới đất. Đặc tính của tầng chứa nước phụ thuộc rất lớn vào các điều kiện địa chất, đặc biệt là thành phần, nguồn gốc và điều kiện thế nằm của tầng đất đá.

1.1. Nguồn gốc sinh thành nước dưới đất

Nước dưới đất có thể được hình thành ngay khi thành tạo đất đá, như nước trong các lỗ rỗng của tầng cuội sỏi lòng sông, tầng cát ven biển. Đó là nước *nguồn gốc trầm tích* hay nước chôn vùi.

Một số loại nước khác lại được hình thành do hơi nước ngưng tụ trong các khe rỗng của đất đá, gọi là nước *nguồn gốc sơ sinh*. Thông thường thì hơi nước này có nguồn gốc khí quyển, nhưng cũng có thể có nguồn gốc macma, nên nước sơ sinh hình thành chủ yếu ở đới thông khí hay ở vùng lân cận các lò macma.

Phổ biến và dễ thấy hơn cả là nước *nguồn gốc thấm* khi mưa, khi tưới.

Tuy nhiên, nguồn gốc của nước dưới đất chưa phản ảnh được đặc tính của tầng chứa nước, điều có ý nghĩa hơn là lịch sử tồn tại của nó. Trong quá trình tồn tại, nước dưới đất bị thay đổi về thành phần và các đặc tính về động thái, quá trình đó cũng chính là sự hình

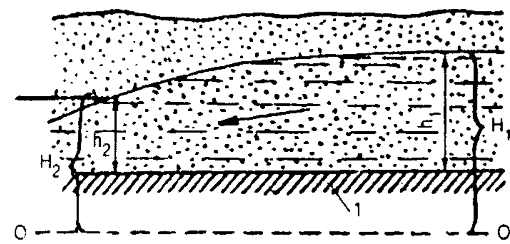
thành nước dưới đất. Mỗi loại nước dưới đất có một nguồn gốc sinh thành, một lịch sử tồn tại riêng biệt, nó phản ánh qua thành phần và tính chất của nước.

Do thành phần thạch học và cấu trúc địa chất mà có tầng đất đá thấm nước tốt - hình thành *tầng chứa nước*, lại có tầng đất đá thấm nước yếu - hình thành *tầng cách nước*. Trên thực tế, việc phân chia tầng cách nước và tầng thấm nước chỉ là tương đối. Nhiều người quy ước rằng : một tầng gọi là cách nước cho một tầng thấm nước khi độ dẫn của nó nhỏ hơn độ dẫn của tầng kia trên 20 lần :

$$k_m m_m \geq 20 k_y m_y \qquad \text{(VI-1)}$$

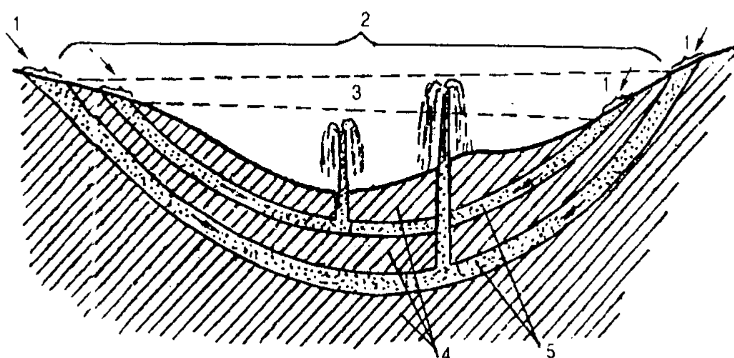
Trong đó : k_m , m_m - hệ số thấm và bề dày tầng thấm mạnh : k_y , m_y - hệ số thấm và bề dày tầng thấm yếu.

Tầng chứa nước có mái và tường là hai tầng cách nước thì tồn tại và vận động như nước trong ống áp lực, gọi là *tầng nước áp lực*. Ngược lại, tầng chứa nước có mái là một mặt thoáng tự do thì gọi là *tầng nước không áp* (*hình VI -1*). Ở các tầng chứa nước không áp, khi đất đá có lỗ rỗng bé thì phía trên mái tầng thấm hình thành đới mao dẫn đi lên ; chiều cao và đặc tính của đới mao dẫn phụ thuộc vào tính thấm nước của đất đá (ta đã xét tới ở chương IV) và thành phần, tính chất của nước. Sự có mặt của đới mao dẫn làm phức tạp thêm điều kiện địa chất thuỷ văn của dòng thấm.



Hình VI-1. *Sơ đồ một tầng chứa nước theo mặt cắt đứng dọc theo đường dòng 1. Đáy cách nước (tường) ; 2. Mặt thoáng tự do (mái); h_1, H_1 và h_2, H_2 - Chiều dày và áp lực dòng thấm tại tiết diện 1 và 2.*

Từ mặt đất đến mái của tầng chứa nước là độ sâu chôn vùi của tầng. Đối với các tầng nước áp lực thì độ sâu chôn vùi thường rất lớn (*hình VI-2*), còn đối với nước không áp thì rất nhỏ, thậm chí có thể bằng không.



Hình VI-2. *Sơ đồ tầng áp lực và sự hình thành giếng phun 1. Miền cung cấp ; 2. Miền phân bố ; 3. Giếng phun ; 4. Tầng cách nước ; 5. Tầng chứa nước.*

Áp lực của tầng nước có áp thường rất lớn, có thể hình thành các giếng phun mạnh (*hình VI-2*); mặt áp lực thường không phẳng mà cong và thay đổi theo thời gian.

Chiều dày tầng chứa nước là khoảng cách từ mái đến tường. Đối với tầng nước áp lực, chiều

dày đó là những trị số không đổi theo thời gian. Đối với tầng nước không áp, chiều dày tầng nước thay đổi theo sự dao động của mái (h trên *hình VI-1*). Ở vùng có ảnh hưởng do dao động mực nước, tốc độ dao động của mái tầng chứa nước không chỉ phụ thuộc vào các yếu tố thuỷ lực của dòng thấm mà còn phụ thuộc vào khả năng thấm và thoát nước của tầng. Chỉ tiêu đặc trưng cho khả năng thoát nước của đất đá là độ thoát nước μ :

$$\mu = \frac{V_{nr}}{V} \qquad (VI\text{-}2)$$

Trong đó : V_{nr} - thể tích nước có thể thoát ra tự do dưới tác dụng trọng lực trong thể tích đất đá bão hoà nước là *V*.

Độ thoát nước μ của một số đất đá có thể thay đổi trong phạm vi hẹp :

- Cuội sỏi sạch $\mu = 0{,}35 \div 0{,}30$
- Đất cát $\mu = 0{,}15 \div 0{,}10$
- Đất sét pha $\mu = 0{,}10 \div 0{,}01$
- Đất sét $\mu \approx 0$, nghĩa là thực tế rất khó thoát nước.

Như vậy là ở đất hạt thô, kích thước lỗ rỗng lớn, thì độ thoát nước xấp xỉ độ rỗng *n* của đất đá. Còn ở đất đá có lỗ rỗng bé thì độ thoát nước xấp xỉ bằng 0. Độ thoát nước μ là chỉ tiêu cần thiết để xác định trữ lượng tầng chứa nước trong khai thác nước cũng như tháo khô hố móng công trình.

Để thể hiện đặc trưng thuỷ lực của tầng chứa nước, người ta dùng bản đồ mặt áp lực đối với nước áp lực và bản đồ mặt nước đối với nước ngầm (không áp). Cách thức thành lập các loại bản đồ trên đây cũng tương tự như thành lập các loại bản đồ đồng mức địa hình. Đó là bản đồ các đường cùng độ cao của mực áp lực hay mực nước dưới đất, biểu thị bằng màu xanh đậm hay xanh lơ (*hình VI-3*). Các điểm đo thường tiến hành thông qua các vết lộ tự nhiên (mạch nước) hay các hố khoan tới mái của tầng.

Áp lực và mực nước đo ở các thời điểm khác nhau sẽ khác nhau, bởi vậy việc thành lập các bản đồ này khó khăn và phức tạp.

Từ bản đồ các đường cùng mực áp lực hay mực nước ngầm, có thể xác định được lưu tuyến và gradien áp lực thấm trung bình.

Nếu ta tiến hành theo dõi sự di chuyển của nước dưới đất thông qua các chất chỉ thị (đánh dấu nước) thả xuống hố khoan như chỉ thị muối, chỉ thị phóng xạ, ta sẽ xác định được tốc độ chuyển động thực tế *u* của nước thấm như sau (*hình VI-4*) :

$$u = \frac{l_{1-2}}{t_2 - t_1} \qquad (VI\text{-}3)$$

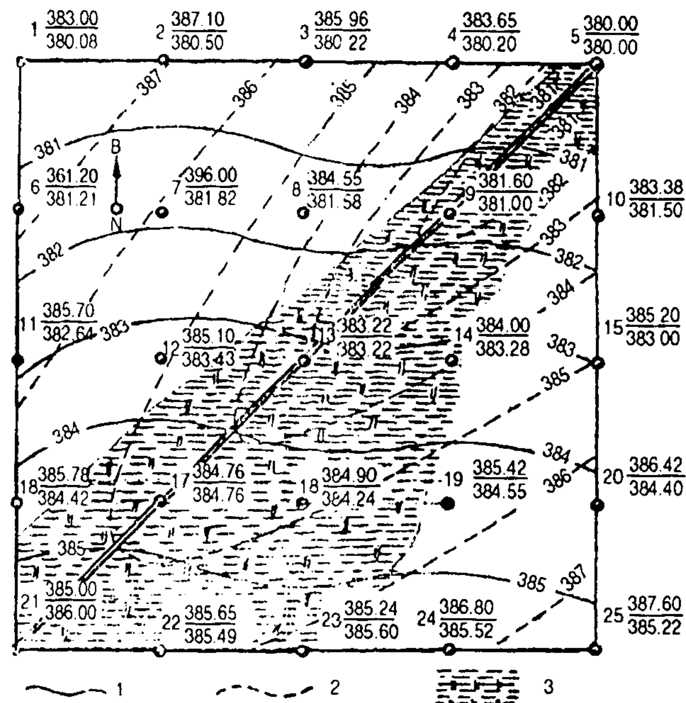
Trong đó : t_1 - thời điểm thả chất chỉ thị ở hố khoan 1 ; t_2 - thời điểm xuất hiện chất chỉ thị ở hố khoan 2 ; l_{1-2} - khoảng cách giữa hai hố khoan nằm trên một lưu tuyến.

1.2. Các loại tầng chứa nước phân chia theo điều kiện phân bố

Dựa theo điều kiện phân bố, các tầng chứa nước được chia ra 5 loại là : tầng nước thổ nhưỡng, tầng nước trên, tầng nước ngầm, tầng nước áp lực và tầng nước khe nứt. Mỗi loại tầng chứa nước trên do điều kiện thế nằm và các tính chất thấm của đất đá khác nhau mà có những đặc tính về thuỷ lực và động thái... không giống nhau.

1. Tầng nước thổ nhưỡng được hình thành trong tầng thổ nhưỡng ; nước tồn tại dưới dạng mao dẫn treo, mao dẫn góc lỗ rỗng. Thường tầng nước thổ nhưỡng chỉ tồn tại khi mưa hay mùa mưa. Trong nước thổ nhưỡng có nhiều tạp chất hữu cơ và các quần thể vi sinh vật. Tính chất của nước có liên quan chặ chẽ với thành phần và tính chất thổ nhưỡng, thường bị nhiễm bẩn và có tính chất ăn mòn mạnh, đặc biệt là ăn mòn kim loại và bê tông.

Động thái nước thổ nhưỡng rất không ổn định, phụ thuộc chặt chẽ vào điều kiện khí tượng : chúng thường dao động theo nhiệt độ trong ngày, còn lưu lượng và trữ lượng thì thay đổi theo lượng mưa. Hình thức chuyển vận là truyền màng mỏng và truyền mao dẫn, vì vậy còn gọi là ngấm. Nguồn bổ sung chủ yếu là mưa, mao dẫn đi lên và ngưng tụ hơi ẩm trong khe rỗng của đất đá.



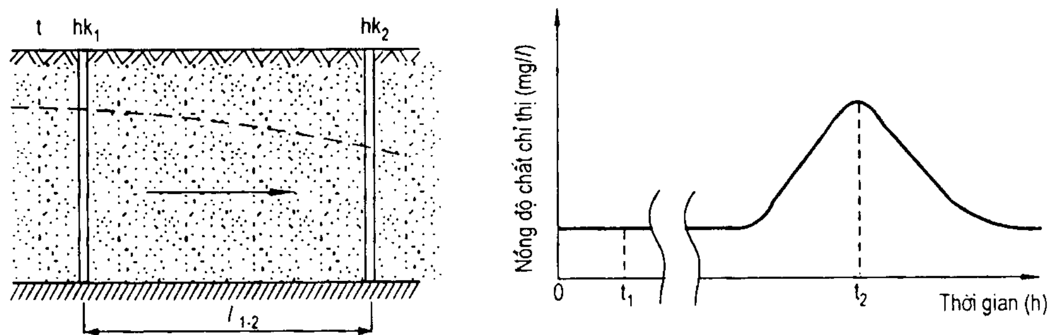
Hình VI-3. Bản đồ các đường cùng mực nước ngầm
1. Đường cùng mực nước ;
2. Đường cùng độ cao địa hình ;
3. Vùng sình lầy

$10\frac{383,38}{381,60}$: hố khoan

$\left(\text{số hố} \frac{\text{cao trình miệng hố khoan}}{\text{cao trình mực nước ngầm}}\right)$

Nước thổ nhưỡng không có giá trị khai thác sử dụng nhưng có ảnh hưởng lớn đến tính chất vật lý cơ học của đất đá và có tác dụng điều hoà độ ẩm của đất.

2. Tầng nước trên là tầng chứa nước không áp lực thứ nhất, không kể tầng nước thổ nhưỡng, phía trên nó không có tầng cách nước. Tầng nước trên chỉ phân bố cục bộ trong đới thông khí ; đáy cách nước thường hẹp, là các thấu kính sét. Chiều dày tầng chỉ từ một đến vài ba mét, rất ít khi lớn hơn, còn bề rộng của tầng cũng rất hẹp, chỉ từ vài mét đến vài chục mét.

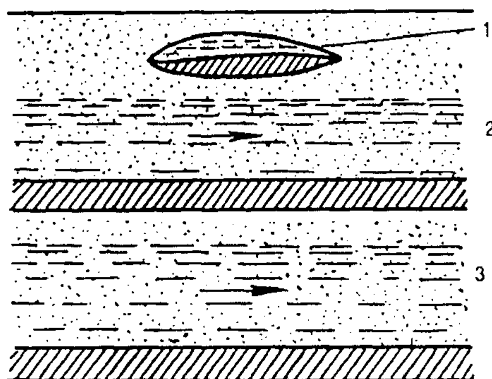


Hình VI-4. *Sơ đồ xác định tốc độ chuyển động của nước dưới đất theo mặt cắt dọc lưu tuyến (hình trái) ; biểu đồ theo dõi chất chỉ thị ở hố khoan (hình phải)*

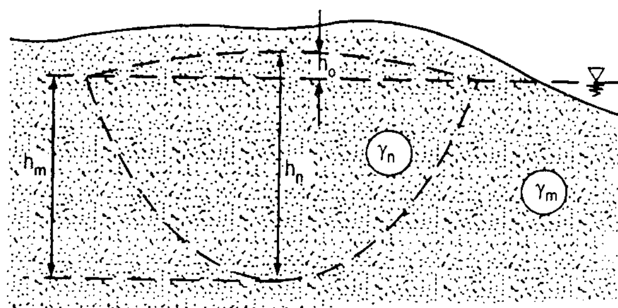
Nguồn cung cấp là nước mưa, nước mặt ngấm xuống hoặc nước ngầm dâng cao. Thành phần và tính chất của nước tầng trên thường kém ổn định, thay đổi theo điều kiện khí tượng thuỷ văn. Nước tầng trên phong phú nhất và có độ khoáng hóa nhỏ nhất về mùa mưa. Mùa khô, nước tầng trên thu hẹp diện phân bố, nhiều trường hợp có thể bị biến mất.

Nước tầng trên dễ nhiễm bẩn, trữ lượng lại nhỏ nên không có giá trị khai thác sử dụng. Trong xây dựng móng và công trình ngầm nước tầng trên thường gây ngập úng hố đào, gây ra hiện tượng xói ngầm, đất chảy. Trong khảo sát địa chất thuỷ văn, nước tầng trên gây phức tạp cho việc phân tích tài liệu quan trắc mực nước (*hình VI-5*).

Ở các vùng phân bố nước như ven biển, hải đảo, nước tầng trên thường hình thành các bồn nước nhạt dưới dạng thấu kính không đều (*hình VI-6*). Việc thành lập phương trình cân bằng động học giữa nước nhạt và nước mặn (xem §2 chương VII) cho phép ta xác định được ranh giới giữa thấu kính nước nhạt (có dung trọng thấp γ_n) và nước mặn (có dung trọng cao γ_m) để từ đó tính toán trữ lượng nước nhạt có trong bồn.



Hình VI-5. *Sơ đồ tầng nước trên (1); tầng nước ngầm (2) ; và tầng nước giữa tầng hạ thấp (3)*



Hình VI-6. *Sơ đồ mặt cắt một bồn nước nhạt ở vùng phân bố nước mặn*

Trữ lượng nước bồn không lớn, đặc biệt là khi đất đá có cấu tạo phân tầng, phân lớp ngang. Nước bồn thường bị nhiễm mặn đến một mức độ nào đó, nhất là về mùa khô. Nhưng do tồn tại ở nơi hiếm nước nhạt, nước bồn có giá trị sử dụng rất cao ; ở nhiều vùng, nước bồn là nguồn nước chủ yếu cho sinh hoạt và sản xuất. Việc khai thác nước bồn không hợp lý có thể dẫn tới sự huỷ hoại cả bồn và nhìn chung khó hình thành trở lại được.

3. *Tầng nước ngầm* là tầng nước không áp thứ nhất kể từ mặt đất, cũng giống như nước tầng trên, phía trên nó không có tầng cách nước (nếu có chỉ là tầng cách nước cục bộ), nhưng khác là diện phân bố rộng lớn, phía dưới nó thông thường là các tầng không thấm liên tục, ngăn cách nước ngầm với nước giữa tầng.

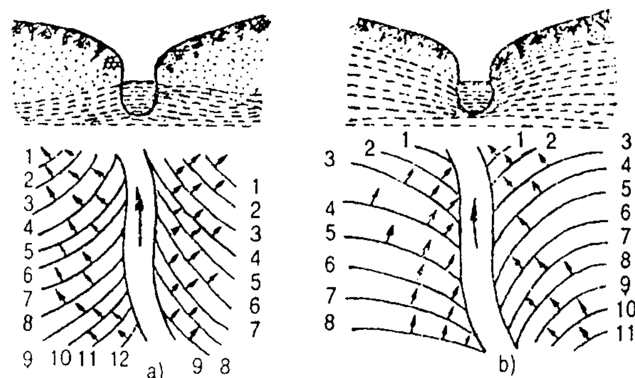
Nước ngầm có miền cung cấp và phân bố trùng nhau (*hình VI-5*). Nguồn cung cấp chủ yếu là nước mưa, nước mặt ngấm xuống hoặc nước áp lực từ dưới sâu đi lên.

Chiều dày tầng nước ngầm thường nhỏ, thay đổi từ vài mét đến trên dưới chục mét, nhưng diện phân bố lại rất lớn, từ vài trăm mét đến vài ngàn mét. Ở miền núi, địa hình phân cắt nhiều, độ sâu chôn vùi của nước ngầm rất lớn, có khi tới 50 ÷ 70 mét hoặc hơn. Ở đồng bằng nước ngầm ở gần sát mặt đất, nhiều vùng có độ sâu chôn vùi không quá một mét, như ở đồng bằng sông Hồng và sông Cửu Long.

Trên mặt tầng nước ngầm thường hình thành đới mao dẫn đi lên và các vùng nước áp lực cục bộ. Nhìn chung bề mặt tự do của nước ngầm lượn theo bề mặt địa hình.

Động thái nước ngầm thường không ổn định, nhất là các tầng nước ngầm ở gần mặt đất hoặc có liên hệ trực tiếp với sông (*hình VI-7*).

Do ưu điểm là ở nông, độ khoáng hoá nhỏ... nước ngầm là một nguồn nước tưới đáng chú ý. Trong xây dựng, tầng nước ngầm thường ở vào độ sâu đặt móng công trình, nên nó thường gây trở ngại cho thi công và bảo vệ móng công trình. Ở vùng sườn dốc, mái kênh... nước ngầm dao động gây xói ngầm và sạt lở mái dốc. Ở vùng tưới, nước ngầm dâng cao sẽ gây ra lầy lội và muối hoá đất trồng. Bởi vậy, trong quy hoạch xây dựng và tưới nước, cần chú ý tới độ sâu chôn vùi và sự thay đổi động thái của tầng nước ngầm do xây dựng công trình và do tưới. Thi công móng nên tranh thủ thời gian mực nước ngầm thấp nhất.



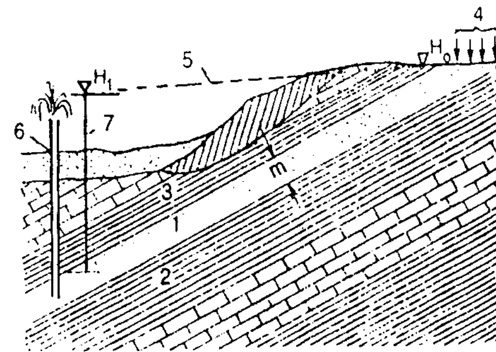
***Hình VI-7.** Sơ đồ quan hệ giữa nước ngầm và nước sông*
a) Nước sông cung cấp cho nước ngầm;
b) Nước ngầm cung cấp cho nước sông
1,2,3... cao trình mực nước ngầm.

4. *Tầng nước áp lực* (còn gọi là nước giữa tầng - actezi) hình thành trong tầng thấm nước kẹp giữa hai tầng cách nước (*hình VI-2* và *hình VI-8*).

Áp lực nước giữa tầng phụ thuộc chủ yếu vào cấu tạo địa chất và địa hình. Các

tầng nước áp lực ở sâu, ở thung lũng núi, các nếp võng thường có áp lực lớn, dễ hình thành các mạch nước đi lên, các giếng phun.

Khi các tầng nước áp lực bị chia cắt bởi sông suối và các công trình khai đào có thể hình thành nước giữa tầng hạ thấp (*hình VI-5*). Nước giữa tầng hạ thấp ít gặp trong tự nhiên, nhưng lại tương đối phổ biến ở vùng xây dựng các công trình ngầm, công trình thuỷ lợi, giao thông.



Hình VI-8. *Sơ đồ tầng áp lực hình thành trong cấu tạo đơn nghiêng*

1. Tầng chứa nước ; 2, 3. Tầng cách nước ; 4. Vùng cung cấp ; 5. Mực nước áp lực ; 6. Hố khoan ; 7. Chiều cao áp lực nước ở hố khoan ; m- Bề dày tầng chứa nước ; H_0- cao trình mực nước áp lực tại vùng cung cấp; H_1- Cao trình mực nước áp lực tại hố khoan.

Miền cung cấp nước giữa tầng thường hẹp và cách xa miền phân bố, nên động thái của nước giữa tầng tương đối ổn định hơn so với nước ngầm ; thường có động thái năm hay nhiều năm. Nước giữa tầng khó bị nhiễm bẩn do có tầng cách nước che phủ phía trên, vì vậy có chất lượng nước tương đối tốt. Trong những điều kiện địa chất đặc biệt, nước giữa tầng có nhiệt độ cao, thành phần khoáng hoá nhất định, có khi đó là các loại nước khoáng chữa bệnh như ở vùng Kênh Gà, Vĩnh Hảo...

Tầng nước áp lực Hà Nội ở đồng bằng Bắc Bộ, tầng "Một trăm" ở đồng bằng Nam Bộ có giá trị cung cấp nước rất cao.

Nước áp lực có thể gây ra hiện tượng bục đáy hố móng khi thi công, tạo áp lực nước ở đáy móng, áp lực lên vỏ áo các công trình ngầm.

Khi thi công, điều kiện để cho đáy hố móng không bị bục là trọng lượng của tầng cách nước ở đáy hố móng phải bằng hoặc lớn hơn áp lực đẩy ngược của nước áp lực (*hình VI-9*), tức là :

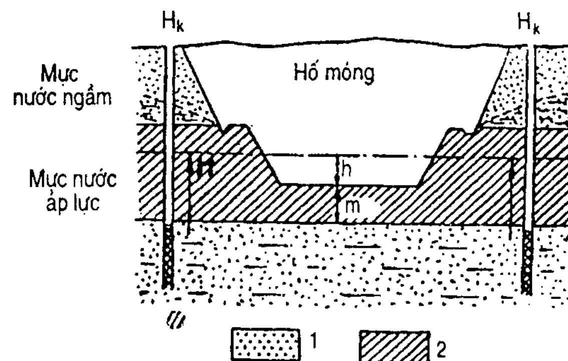
$$\gamma_d m \geq \gamma_n (h + m) \qquad \text{(VI-4)}$$

Trong đó : γ_d - dung trọng của đất ở tầng không thấm ; m - bề dày tầng không thấm ở đáy hố móng ; γ_n - dung trọng của nước ; h - độ cao mực nước áp lực trên đáy hố móng.

Khi lấy $\gamma_n = 1$, $\gamma_d = 2$ ta sẽ có :

$$m \geq h \qquad \text{(VI-5)}$$

Như vậy, đáy hố móng không bị phá hoại nếu bề dày tầng cách nước ở đáy hố bằng hoặc lớn hơn trị số áp lực nước trên đáy hố móng.



Hình VI-9. *Đáy hố móng đất gần mái của tầng nước áp lực.*
1. Cát ; 2. Đất sét

5. *Tầng nước khe nứt* là tầng chứa nước hình thành trong đá cứng nứt nẻ hoặc có độ hang hốc lớn như đá vôi karst hoá, đá chịu phong hoá vật lý mạnh, đá bị các tác dụng kiến tạo (đứt gãy hoặc uốn nếp vồng...).

Nước khe nứt có thể có áp lực hoặc không áp lực. Do điều kiện khe hở lớn mà nước vận động nhanh, thường ở dạng thấm rối và mang đặc tính của dòng chảy hơn là dòng thấm, cũng vì vậy mà phải tách ra một loại riêng.

Nguồn cung cấp của nước khe nứt có thể là nước mưa, nước mặt hoặc các tầng chứa nước ở trên mặt (tầng phủ) và ở dưới sâu. Động thái của nước khe nứt biến động rất lớn, biên độ dao động mực nước có thể đạt tới vài mét, thậm chí trên chục mét trong một ngày. Vận tốc nước đạt $5 \div 7 m/s$; nhiều dòng thấm lôi theo cả bùn cát và cây cỏ mục.

Trong xây dựng, nước khe nứt không chỉ gây trở ngại cho thi công móng, cho thi công các công trình ngầm mà khi nó phát triển mạnh mẽ sẽ gây nên hiện tượng mất nước nghiêm trọng của hồ chứa, kênh dẫn và sông đào. Một đặc tính quan trọng nữa của tầng nước khe nứt là nước dễ bị nhiễm bẩn và phân bố không đồng đều. Khi khai thác nước khe nứt cần phân tích kỹ quy luật phân bố khe nứt, cấu tạo địa chất : công trình khai thác nước chỉ cho hiệu suất cao khi nó cắt qua được các hệ thống khe nứt chủ yếu của tầng. Dùng nước khe nứt cho chăn nuôi và sinh hoạt cần chú ý tới điều kiện phòng hộ vệ sinh cho nguồn.

§2. CHẤT LƯỢNG VÀ TRỮ LƯỢNG CỦA NƯỚC DƯỚI ĐẤT

Chất và lượng là hai chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật quan trọng để khai thác và sử dụng nước dưới đất. Mặt khác nó cũng là những thông số để tính toán ăn mòn, hạ thấp mực nước dưới đất... khi xây dựng các công trình

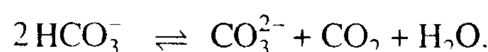
2.1. Chất lượng của nước dưới đất

1. Thành phần hoá học của nước dưới đất

Khác với nước mặt, do tiếp xúc trực tiếp với đất đá, nước dưới đất là một dung dịch hóa học rất phức tạp. Nó chứa hầu hết các nguyên tố có trong vỏ quả đất. Tuy nhiên, các nguyên tố và ion đóng vai trò chủ yếu thì không nhiều, chỉ khoảng 10 loại là : Cl^-, HCO_3^-, SO_4^{2-}, CO_3^{2-}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+, NH_4^+, H^+.

Ion Cl^- thường nằm dưới dạng hợp chất NaCl do các muối bị hoà tan hay do nước mặn bị chôn vùi trong đá trầm tích biển đi lên, pha trộn vào. Sự có mặt của Cl^- trong nước làm nước có vị chát (mặn). Nước dùng cho sinh hoạt thì hàm lượng Cl^- không được quá $50 mg/l$.

Ion HCO_3^- chủ yếu gặp trong nước nhạt, thường là do hoà tan các đá cacbonat. Nó thường cân bằng với hàm lượng CO_3^{2-} và CO_2 tự do theo một tỷ lệ nào đấy :



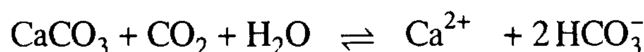
$$2HCO_3^- \rightleftharpoons CO_3^{2-} + CO_2 + H_2O.$$

Hàm lượng CO_2 tự do có liên quan đến hàm lượng CO_2 xâm thực, có tác dụng phá hoại đá cacbonat và bê tông của công trình.

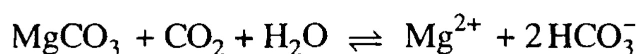
Ion SO_4^{2-} thường ở dạng hợp chất H_2SO_4 hay $CaSO_4$, sinh ra do hoà tan đá sunfat. Nước chứa nhiều SO_4^{2-} sẽ có vị chát. Nước dùng cho sinh hoạt hàm lượng SO_4^{2-} không được vượt quá 100*mg/l*. Nước chứa nhiều SO_4^{2-} có tác dụng ăn mòn sunfat với kết cấu bê tông của công trình.

Các ion kim loại kiềm Na^+, K^+ ,.. thì thường đi kèm với Cl^-. Ở vùng nước nằm gần mặt đất, vùng dân cư đông đúc, hàm lượng Na^+, K^+ tăng cao có thể là dấu hiệu nhiễm bẩn của nước dưới đất.

Các ion kim loại kiềm thổ rất phổ biến là Ca^{2+}, Mg^{2+}. Khi nước khoáng hóa thấp thì chủ yếu là Ca^{2+}, khi nước khoáng hoá cao chủ yếu là Mg^{2+}. Nguồn gốc của nó là do sự hoà tan các đá giàu canxit và dolomit:

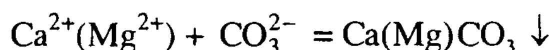


$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2HCO_3^-$$



$$MgCO_3 + CO_2 + H_2O \rightleftharpoons Mg^{2+} + 2HCO_3^-$$

Ca^{2+} và Mg^{2+} trong nước làm cho nước có tính cứng, gây ra sự tích đọng cặn cacbonat trong nồi hơi, ấm nước. Tổng lượng Ca^{2+} và Mg^{2+} có trong nước gọi là tổng độ cứng Phần Ca^{2+} và Mg^{2+} bị kết tủa khi đun sôi nước gọi là độ cứng tạm thời.



$$Ca^{2+}(Mg^{2+}) + CO_3^{2-} = Ca(Mg)CO_3 \downarrow$$

Phần Ca^{2+} và Mg^{2+} không bị kết tủa khi đun sôi gọi là độ cứng vĩnh viễn. Theo O.A. Alekin thì dựa vào độ cứng có thể chia nước dưới đất ra 5 loại :

Nước rất mềm có độ cứng	< 1,5*mg*	*đương lượng*
Nước mềm	1,5 ÷ 3	-
Nước hơi mềm	3 ÷ 6	-
Nước cứng	6 ÷ 9	-
Nước rất cứng	> 9	-

trong đó 1*mg đương lượng* (1*mgđl*) tương đương 20,04*mg/l* Ca^{2+} hay 12,16*mg/l* Mg^{2+}.

Nước dùng trong sinh hoạt cho phép tới 7*mg* đương lượng.

Ion H^+ chủ yếu là do nước và các axít phân ly ra :



$$H_2O = H^+ + OH^-$$

Ion H^+ trong nước làm cho nước có tính axit, nồng độ H^+ được biểu thị bằng độ pH của nó ($pH = -\lg[H^+]$). Căn cứ vào trị số pH có thể chia nước dưới đất ra làm 5 loại :

Nước có tính axit mạnh:	pH < 5
Nước có tính axit:	pH = 5 ÷ 7
Nước trung tính:	pH = 7
Nước có tính kiềm:	pH = 7 ÷ 9
Nước có tính kiềm mạnh:	pH > 9

Đại bộ phận nước dưới đất có tính kiềm yếu và trung tính. Nước trong vùng có các khoáng sản kim loại, than thường có tính axit.

Tổng lượng muối tan trong nước gọi là *tổng độ khoáng hoá M* (tính bằng *g/l*) được xác định bằng cách chưng khô nước ở 105 ÷ 110°C. Dựa vào tổng độ khoáng hoá *M* có thể chia nước dưới đất ra 4 loại :

Nước nhạt:	$M < 1$
Nước khoáng hóa thấp:	$M = 1 \div 10$
Nước khoáng hóa cao:	$M = 10 \div 50$
Nước muối:	$M > 50$

Nước dùng cho sinh hoạt tốt là loại nước nhạt ($M < 1g/l$)

Thành phần hóa học của nước thường được biểu thị bằng công thức - công thức *Kurlov* - viết dưới dạng phân số :

$$\text{Khí}_{(g/l)}\ M_{(g/l)}\ \frac{\text{Các anion có hàm lượng} > 10\%mgdl \text{ xếp theo thứ tự giảm dần}}{\text{Các cation có hàm lượng} > 10\%mgdl \text{ xếp theo thứ tự giảm dần}}\ T^oC$$

Đọc tên nước theo thứ tự từ trái qua phải, tử số đến mẫu số và bỏ qua các ion có hàm lượng < 20% *mg.dl*.

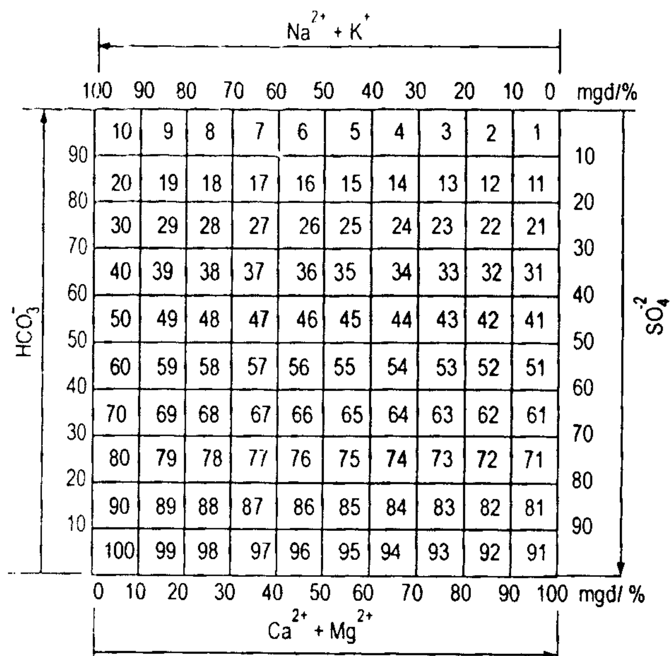
Ví dụ kết quả phân tích cho :

$$M_{0.5}\ \frac{HCO^{3}_{70,2}\ Cl_{18,3}}{Ca_{54,4}\ Na_{25,2}\ Mg_{18,4}}\ T+8^o2C$$

đó là loại nước bicacbonat canxi natri.

Khi cần phân loại chi tiết có thể dùng bảng phân loại theo số thứ tự từ 1 đến 100 của N.I. Tonxtikhin (*hình VI-10*). Căn cứ vào trị số phần trăm *mgdl* của các nhóm anion hay cation có được do phân tích hoá học mà xác định số hiệu của nước trên đồ thị.

Ví dụ kết quả phân tích hoá học cho ta : $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ chiếm 72% *mgdl*, SO_4^{2-} chiếm 23% *mgdl*. Dùng đồ thị ta xác định đó là nước sunfat canxi manhê có số hiệu 23.



10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11
30	29	28	27	26	25	24	23	22	21
40	39	38	37	36	35	34	33	32	31
50	49	48	47	46	45	44	43	42	41
60	59	58	57	56	55	54	53	52	51
70	69	68	67	66	65	64	63	62	61
80	79	78	77	76	75	74	73	72	71
90	89	88	87	86	85	84	83	82	81
100	99	98	97	96	95	94	93	92	91

Hình VI-10. *Đồ thị phân loại nước dưới đất theo thành phần hoá học của N.I. Tonxtikhin*

2. Tính chất vật lý của nước dưới đất

Những tính chất vật lý chủ yếu của nước dưới đất gồm có : tỷ trọng, nhiệt độ, độ trong suốt, màu sắc, mùi vị, tính dẫn điện, tính phóng xạ...

Tỷ trọng của nước phụ thuộc vào lượng muối hoà tan. Lượng muối hoà tan lớn thì nước có tỷ trọng cao. Nước khoáng hoá thấp thường có tỷ trọng bằng 1.

Nhiệt độ của nước dưới đất biến đổi trong một phạm vi rộng lớn (từ dưới 0^0C đến trên 100^0C) do điều kiện khí hậu, điều kiện địa chất và độ sâu chôn vùi khác nhau. Nhiệt độ của nước ở gần mặt đất biến đổi mãnh liệt, còn từ đới thường ôn trở xuống, nhiệt độ tăng lên một cách ổn định theo chiều sâu.

Độ trong suốt của nước phụ thuộc lượng khoáng vật bị hoà tan, các hợp chất cơ học, chất hữu cơ và chất keo có trong nước. Nước nguyên chất thì trong suốt.

Màu của nước phụ thuộc thành phần hoá học và tạp chất có trong nước. Phần lớn nước không màu. Nước cứng có màu xanh nhạt, nước chứa Fe và H_2S có màu lục nhạt, chứa cây mục và chất hữu cơ có màu vàng nhạt.

Mùi có liên quan đến hoạt động của vi khuẩn trong các chất hữu cơ có trong nước. Nước thường không có mùi, khi chứa H_2S có mùi trứng thối.

Vị của nước do các loại muối, các chất khí, tạp chất có trong nước quyết định. Khi nước có chứa bicacbonat canxi và manhê hay axit cabonic thì nước có vị ngọt dễ chịu. Sunfat natri và manhê có trong nước làm cho nước có vị chát. Khi nước chứa sắt có vị lợ, tanh. Nước chứa nhiều muối cũng có vị chát.

Tính dẫn điện của nước dưới đất phụ thuộc vào tổng lượng muối có chứa trong nước, tính chất muối và nhiệt độ của nước. Nước khoáng hoá cao thường có tính dẫn điện mạnh.

Tính phóng xạ Các loại nước dưới đất hầu như đều có tính phóng xạ nhưng mức độ phóng xạ của chúng khác nhau.

3. Đánh giá chất lượng nước dưới đất khi sử dụng

Khi sử dụng nước, ngoài việc đánh giá về trữ lượng, điều kiện khai thác... còn cần phải chú ý đến tính chất của nước. Trên cơ sở đó ta đề ra các biện pháp cải tạo tính chất của nước.

+ Nước sẽ gây tác dụng ăn mòn với bê tông, đá xây... Cường độ ăn mòn do hàm lượng CO_2 xâm thực, SO_4^{2-} có trong nước quyết định.

Tác dụng ăn mòn của CO_2 xâm thực do CO_2 hoà tan $CaCO_3$:



$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 = Ca^{2+} + 2HCO_3^-$$

Khả năng ăn mòn của CO_2 xâm thực đối với bêtông trong nước mềm nhanh hơn trong nước cứng.

Nước có chứa sunfat tác dụng với chất vôi có trong bê tông để tạo thành hợp chất sunfat (chủ yếu là thạch cao), quá trình biến đổi đó làm thể tích của nó nở ra, tạo áp lực lên vách các lỗ rỗng và phá hoại bêtông.

Nước sunfat không ăn mòn khi hàm lượng SO_4^{2-} nhỏ hơn 50*mg/l*, ăn mòn yếu khi chứa 250 ÷ 300 *mg/l* và ăn mòn mạnh khi vượt quá 300*mg/l*.

Khi tính tốc độ ăn mòn, cần xét đến tốc độ nước chảy qua công trình. Để đề phòng nước ăn mòn bêtông, khi xây dựng phải dùng loại ximăng đặc biệt hoặc phủ lớp sơn chống ăn mòn bên ngoài .

+ Cần phải xét các yếu tố ảnh hưởng đến sự sinh trưởng của cây trồng như nhiệt độ, thành phần nước và tổng lượng muối có trong nước.

Nhiệt độ nước dưới đất thường thấp, do đó cần làm ấm nước trước khi đem tưới. Nước được trữ vào các bể chuyên môn và được sưởi ấm bằng nhiệt mặt trời. Quá trình này còn có tác dụng kết tủa muối sắt (do quá trình oxi hoá).

Thành phần muối cần chú ý là các muối của natri, vì nó là loại có hại nhất cho cây trồng. Đối với đất trồng dễ thấm nước, trị số giới hạn lớn nhất của muối natri (tính bằng *mg/l*) là Na_2CO_3 : 1000 ; NaCl : 2000 ; Na_2SO_4 : 5000. Đối với nước có chứa nhiều Na_2CO_3, ta cho thạch cao vào để biến thành Na_2SO_4 có hại ít hơn.

Hợp chất của axit nitơric và muối của axit fotforic rất cần thiết cho cây trồng.

Theo độ khoáng hoá, tổng lượng muối hoà tan của nước được dùng để tưới không quá 1700*mg/l*. Nếu lượng muối có từ 1700 đến 5000 *mg/l* phải tiến hành phân tích thành phần. Lượng muối tối đa cho phép có trong nước là 5000 *mg/l*.

Nước có hoà tan nhiều muối muốn biết chính xác có thích hợp cho tưới hay không cần phải xét tính chất của thổ nhưỡng, thành phần muối, tính chất của cây trồng. Đất dễ thấm và thoát nước cho phép dùng nước có độ khoáng hoá cao hơn.

+ Nước dùng cho sinh hoạt phải trong suốt, không mùi, có vị dễ chịu. Lượng cặn khô không quá 1000*mg/l*, độ cứng nhỏ hơn 7*mgđl*. Không có vi trùng gây bệnh như tả, lỵ, thương hàn.

Qua nghiên cứu, người ta thấy lượng vi trùng gây bệnh nguy hiểm rất khó phát hiện, lại tỷ lệ với lượng vi khuẩn dễ phát hiện mà không gây bệnh là trực khuẩn đại tràng côli. Vì thế, trong thực tế người ta đánh giá độ nhiễm bẩn của nước dưới đất bằng lượng trực khuẩn đại tràng :

Nước dùng tốt khi có:	< 2*con/l*
Nước dùng được:	2 ÷ 3 *con/l*
Nước đáng nghi ngờ:	3 ÷5 *con/l*
Nước khả nghi khi có:	5 ÷ 8 *con/l*
Nước không tốt:	8 ÷ 20 *con/l*
Nước không dùng được:	> 20 *con/l*

2.2. Trữ lượng của nước dưới đất

Trữ lượng nước là chỉ tiêu quan trọng để tháo khô và khai thác nước. Do nước là thể lỏng, luôn luôn chuyển động trong khe rỗng nên việc xác định trữ lượng của nước không hoàn toàn giống như xác định trữ lượng các khoáng sản rắn như than, kim loại...

Người ta thường chia ra trữ lượng thiên nhiên và trữ lượng khai thác ; trữ lượng thiên nhiên lại được chia ra trữ lượng tĩnh và trữ lượng động.

1. Trữ lượng tĩnh Q_t là thể tích nước dưới đất nằm trong tầng chứa nước có thể lấy ra được khi làm khô hoàn toàn tầng nước :

$$Q_t = \mu V \quad \text{(VI-6)}$$

Trong đó : μ - độ thoát nước của đất đá chứa nước ; V - thể tích tầng chứa nước.

2. Trữ lượng động Q_d là lưu lượng dòng thấm tự nhiên qua một tiết diện ngang của nó. Trữ lượng động được xác định theo biểu thức :

$$Q_d = k\,F\,J = k\,H\,J\,B \quad \text{(VI-7)}$$

Trong đó: k - hệ số thấm của đất đá ; F - tiết diện dòng thấm ; F = HB (chiều cao × chiều rộng dòng thấm) ; J - gradien thấm.

3. Trữ lượng khai thác Q_{kt} của tầng chứa nước là lượng nước dưới đất có thể lấy lên được bằng các công trình thu nước phù hợp với điều kiện kinh tế, kỹ thuật hiện nay mà không làm thay đổi đáng kể trạng thái cân bằng của tầng chứa nước.

Như vậy, trữ lượng khai thác của tầng chứa nước không chỉ phụ thuộc vào kích thước và độ lỗ rỗng của tầng chứa nước, mà còn phụ thuộc vào điều kiện thế nằm và nguồn cấp nước bổ sung.

Trong thực tiễn hiện nay thường phân cấp trữ lượng nước dưới đất theo cấp chung của khoáng sản có ích, gồm 4 cấp: A, B, C_1 và C_2.

Cấp C_2 là cấp có độ chính xác nhỏ nhất, sai số tới vài chục phần trăm. Phương pháp xác định trữ lượng cấp C_2 rất đơn giản, thường dùng phương pháp tương tự, phương pháp đo vẽ hay thăm dò rất sơ bộ.

Cấp C_1 được xác định theo tài liệu đo vẽ tổng hợp, có kết hợp với khoan đào các hố đơn.

Cấp B được xác định theo tài liệu thăm dò sơ bộ, có kết hợp với khoan đào, hút nước thí nghiệm. Tỷ lệ đo vẽ là 1/10.000 hoặc lớn hơn. Các tài liệu quan trắc lâu dài đã tiến hành ít nhất là 1 năm.

Cấp A được xác định chi tiết nhất theo các số liệu khai thác thử lâu dài và quan trắc nhiều năm. Các điều kiện địa chất đã được lý giải đầy đủ và có xét các điều kiện kinh tế, kỹ thuật bảo đảm khai thác nước lâu dài cho các mục đích khác nhau.

§3. ĐỘNG THÁI CỦA NƯỚC DƯỚI ĐẤT

Nước dưới đất không ngừng được bổ sung hoặc tiêu hao dưới tác dụng của nhiều nhân tố. Điều đó làm cho nước dưới đất luôn bị biến đổi theo thời gian về các đặc tính của nó như mực nước, lượng nước, tính chất vật lý, thành phần hoá học... sự biến đổi đó (thường theo một quy luật nhất định) gọi là động thái nước dưới đất.

Việc tìm hiểu động thái của nước dưới đất trong vùng trước khi xây dựng là cơ sở cho việc thiết kế, thi công công trình được hợp lý như việc chọn cao trình bố trí các công trình

trên mặt và các công trình ngầm, chọn thời gian thi công... nhằm tránh hiện tượng ngập công trình, hố móng, giảm áp lực ngược ở đáy móng, bảo vệ các kết cấu trong đới mực nước dao động khỏi bị huỷ hoại...

3.1. Những nhân tố ảnh hưởng đến động thái của nước dưới đất

Ảnh hưởng đến động thái của nước dưới đất bao gồm các nhân tố thiên nhiên (điều kiện khí tượng, thuỷ văn, thổ nhưỡng...) và nhân tố nhân tạo (khai thác sử dụng nước dưới đất, xây dựng hồ chứa...)

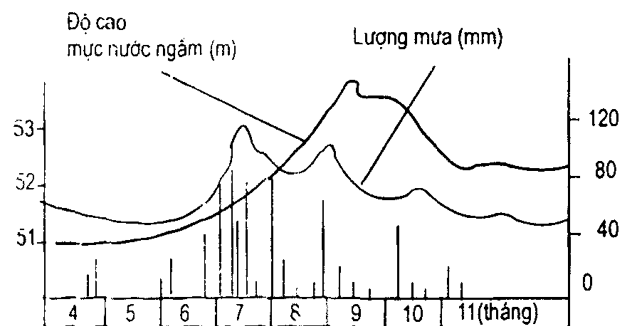
Các nhân tố này luôn luôn biến đổi theo thời gian và không gian.

Dưới đây ta chỉ xét hai nhân tố chủ yếu, tác động đến động thái của nước dưới đất là nhân tố khí tượng và nhân tố thuỷ văn.

1. Nhân tố khí tượng

Lượng mưa và cường độ mưa cũng như cường độ bốc hơi ảnh hưởng rất lớn đến vị trí của mực nước dưới đất. Do đó người ta chia ra dao động mực nước theo mùa và theo năm.

Mưa làm tăng lượng nước dưới đất và dâng cao mực nước (*hình VI-11*). Thời gian dâng lên càng chậm sau khi mưa nếu nước dưới đất nằm càng sâu, đất đá ở trong đới thông khí thấm nước càng kém.



Hình VI-11. *Đường cong biến đổi của mực nước ngầm do ảnh hưởng của mưa*

Sự bốc hơi làm cho trữ lượng nước dưới đất giảm đi, mực nước hạ thấp. Cường độ bốc hơi ngoài chịu ảnh hưởng của khí hậu (nhiệt độ không khí, gió) còn phụ thuộc độ sâu chôn vùi của nước dưới đất, tính mao dẫn của đất đá. Độ sâu chôn vùi càng nhỏ, chiều cao mao dẫn của đất đá càng lớn thì cường độ bốc hơi càng lớn.

2. Nhân tố thuỷ văn

Sự dâng cao mực nước trên mặt (do lũ, do xây dựng công trình dâng nước) hay hạ thấp (mùa kiệt, do sử dụng nước) làm cho mực nước dưới đất có quan hệ thuỷ lực với nó chịu sự biến đổi tương ứng. Khả năng dao động lớn của mực nước chỉ xảy ra ở vùng ven bờ (phạm vi vài ba chục mét). Trường hợp nước trên mặt dâng lên rất cao trong thời gian dài thì phạm vi ảnh hưởng mới rộng. Càng xa các dòng nước mặt, biên độ biến đổi của mực nước dưới đất càng giảm và thời gian đạt độ cao lớn nhất cũng dần dần chậm lại.

Sự tác động của các nhân tố trên sẽ thay đổi tuỳ theo điều kiện địa hình, cấu trúc địa chất của khu vực.

3.2. Các loại động thái

Dựa vào nhân tố chủ yếu tác động đến động thái của nước dưới đất ở một vùng, G.N. Kamenxki chia ra làm 4 loại động thái.

Động thái vùng phân thuỷ: Loại này đặc trưng cho vùng ở xa sông và các vũng nước trên mặt khác. Nước dưới đất được coi như không có liên quan thuỷ lực với nước trên mặt. Động thái của nó được hình thành do mưa, do bốc hơi và do dòng thấm dưới đất.

Động thái vùng ven bờ: Đặc trưng cho vùng ven sông và các vũng nước trên mặt, giữa nước trên mặt và nước dưới đất có quan hệ thuỷ lực với nhau. Động thái của nó tuân theo sự biến đổi của nước trên mặt, càng xa sông thì ảnh hưởng đó càng giảm dần.

Động thái vùng trước núi hay vùng karst : Loại này đặc trưng cho vùng nón phóng vật trước núi, thềm sông hay vùng karst. Động thái hình thành do mưa, do tiếp thu nước trên mặt. Sự tiếp thu này thường không đều, dẫn đến mực nước dưới đất có biên độ dao động rất lớn.

Động thái vùng băng giá: Là động thái của nước dưới đất phụ thuộc vào chế độ tan băng, ở Việt Nam không có loại động thái này.

CHƯƠNG VII

LÝ THUYẾT THẤM CỦA NƯỚC DƯỚI ĐẤT

Nước dưới đất chuyển động không ngừng trong các lỗ rỗng, khe nứt của đất đá. Tính đa dạng, phức tạp của môi trường này làm cho việc nghiên cứu các dòng thấm khó khăn hơn nhiều so với việc nghiên cứu các dòng chảy trên mặt. Hiện nay, để giải quyết các bài toán thấm của nước dưới đất, người ta vẫn phải sử dụng các khái niệm, các phương trình của thuỷ lực học sau khi đã đơn giản hoá môi trường thấm và tính chất của dòng thấm.

Nghiên cứu thấm có ý nghĩa rất lớn trong xây dựng các công trình thuỷ công, công trình ngầm, tưới tiêu cải tạo đất, tháo khô hố móng, trong khai thác nước dưới đất, làm cho đất và nước điều hoà với nhau...

Trong chương này, trước tiên chúng ta nghiên cứu định luật cơ bản của sự thấm, rồi trên cơ sở đó tiến hành tính toán thấm cho các trường hợp dòng thấm phẳng, ổn định và dòng thấm gần giếng khoan đứng. Các phương trình thấm cơ bản tìm được là cơ sở để có thể tiến hành giải quyết các bài toán thấm cụ thể và phức tạp. Thứ tự nội dung trình bày trong chương này là :

Cơ sở động lực học của sự thấm

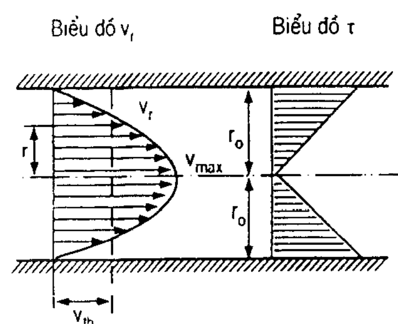
Tính toán cho dòng thấm phẳng ổn định.

Tính toán cho dòng thấm gần giếng khoan đứng.

§1. CƠ SỞ ĐỘNG LỰC HỌC CỦA SỰ THẤM

1.1. Quy luật dòng chảy trong ống

Khả năng thấm nước của đất đá không chỉ phụ thuộc vào kích thước, hình dạng của lỗ rỗng và khe nứt mà còn phụ thuộc vào tính chất nước thấm và mối tương tác giữa nước và đất đá. Để nghiên cứu dòng thấm, ta hãy mô hình hoá môi trường lỗ rỗng và khe nứt thành môi trường các ống trụ tròn có đường kính khác nhau. Dòng thấm trong các lỗ rỗng, khe nứt được thay thế bằng dòng chảy trong ống (*hình VII-1*).



Hình VII-1. *Biểu đồ vận tốc thấm và ứng suất tiếp của nước chảy trong ống trụ tròn*

Trong trường hợp dòng chảy tầng, chúng ta hãy thành lập biểu thức liên hệ giữa lưu lượng chảy, vận tốc chảy với gradien áp lực của dòng chảy.

Lực tác động trong một ống trụ tròn có đường kính bằng $2r_0$ trên đoạn dài l sẽ được xác định bằng thế trọng lực theo chiều dòng thấm :

$$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = \gamma\Delta H \quad \text{(VII-1)}$$

Trong đó : φ_1 và φ_2 - thế trọng lực tại mặt cắt *1* và *2* ; ΔH - độ chênh cột nước giữa hai mặt cắt *1* và *2* ; γ - dung trọng của nước.

Ứng suất tiếp τ xuất hiện trong quá trình chuyển động được xác định theo định luật ma sát nhớt của Niutơn :

$$\tau = -\eta\frac{dv_r}{dr} \quad \text{(VII-2)}$$

Trong đó: η - hệ số nhớt của nước ; v_r - vận tốc thấm tại vị trí cách tâm ống một đoạn r.

Lực cản xuất hiện trên vách ống dòng là θ, được xác định theo diện tích bề mặt ống và ứng suất tiếp τ :

$$\theta = 2\pi r l \tau \quad \text{(VII-3)}$$

Biểu thức (VII-1) có thể viết lại khi:

$$\Delta\varphi = \frac{\theta}{\omega} \text{ và } \omega = \pi r^2 :$$

$$\Delta\varphi = \gamma\,\Delta H = \frac{2\pi r l\tau}{\pi r^2} = \frac{2l\tau}{r} \quad \text{(VII-4)}$$

Thay $\frac{\Delta H}{l} = J$ và τ theo (VII-2) vào (VII-4) ta có :

$$\tau = -\eta\frac{dv_r}{dr} = \frac{1}{2}\gamma r J \quad \text{(VII-5)}$$

Tích phân phương trình (VII-5) ta được :

$$v_r = \frac{-\gamma J}{4\eta} r^2 + C \quad \text{(VII-6)}$$

Tại điểm sát vách ống thì $\tau = \tau_0$ và $v_{ro} = 0$ nên $C = \frac{\gamma J r_0^2}{4\eta}$, vì vậy :

$$v_r = \frac{\gamma J}{4\eta}\,(r_o^2 - r^2) \quad \text{(VII-7)}$$

Biểu đồ vận tốc thấm theo bán kính ống r có dạng parabon với vận tốc lớn nhất tại tâm ống (*hình VII-1*) khi r = 0 :

$$v_{max} = \frac{\gamma J}{4\eta} r_o^2 \quad \text{(VII-8)}$$

Lưu lượng dòng chảy trong ống Q_0 sẽ bằng :

$$Q_0 = \int_0^{r_0} 2\pi r v_r dr = \frac{\pi\gamma J}{8\eta} r_0^4 \qquad \text{(VII-9)}$$

Từ (VII-8) và (VII-9) ta tính được vận tốc trung bình dòng chảy trong ống :

$$v_{tb} = \frac{Q_o}{\pi r_o^2} = \frac{\gamma r_o^2 J}{8\eta} = \frac{v_{max}}{2} \qquad \text{(VII-10)}$$

Như vậy, khi chảy tầng quan hệ giữa lưu lượng, vận tốc chảy với gradien áp lực nước là quan hệ đường thẳng (quan hệ tuyến tính).

Trong trường hợp chảy rối, quan hệ giữa vận tốc v và gradien áp lực J có dạng :

$$J = \frac{\lambda}{2r_o} \cdot \frac{v^2}{2g} \qquad \text{(VII-11)}$$

Trong đó : v - vận tốc trung bình của dòng chảy ; λ - hệ số thuỷ lực, phụ thuộc vào độ nhám của thành ống và chỉ số Rây-non ; g - gia tốc trọng trường.

Lúc này có quan hệ phi tuyến giữa vận tốc và gradien áp lực của dòng chảy.

1.2. Các định luật thấm cơ bản

1. Định luật thấm đường thẳng (định luật Đacxi)

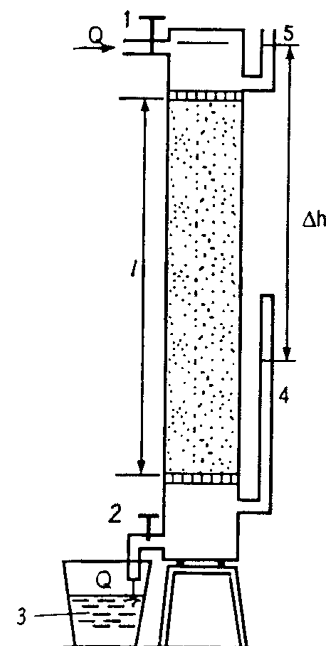
Vào giữa thế kỷ XIX, nhà thuỷ lực học người Pháp Đacxi (Darcy) đã làm thí nghiệm thấm qua đất cát đựng trong ống trụ (*hình VII-2*).

Nước thấm từ vòi 1 đi qua đất với chiều dài l, rồi qua vòi 2 vào chậu 3. Phía trên và dưới ống trụ có 2 ống đo áp 4 và 5. Mực nước ở hai ống này chênh lệch nhau chứng tỏ trong quá trình thấm qua lỗ rỗng của đất, nước đã phải khắc phục sức cản và mất đi một phần áp lực.

Từ kết quả nhiều lần thí nghiệm, Đacxi đã rút ra kết luận rằng lượng nước thấm Q qua đất trong một đơn vị thời gian tỷ lệ thuận với hiệu mực nước trong ống đo áp Δh và diện tích tiết diện mẫu ω, tỷ lệ nghịch với chiều dài cột đất l; theo hệ số tỷ lệ k:

$$Q = k\frac{\Delta h}{l}\omega \qquad \text{(VII-12)}$$

Trong đó : $\frac{\Delta h}{l}$ = J-gradien áp lực hay độ dốc thuỷ lực; k - hệ số tỷ lệ đặc trưng cho tính thấm nước của đất đá được gọi là hệ số thấm.



Hình VII-2. Dụng cụ thấm của Đacxi.

Phương trình này biểu thị định luật thấm Đacxi : Lưu lượng thấm tỷ lệ bậc nhất với gradien áp lực.

Khi chia cả 2 vế của phương trình (VII-12) cho diện tích tiết diện thấm ω ta có :

$$\frac{Q}{\omega} = v = kJ \quad \text{(VII-13)}$$

Như vậy, vận tốc thấm cũng tỷ lệ bậc nhất với gradien áp lực. Trong quá trình xác định vận tốc thấm v, lưu lượng *Q* được tính cho toàn bộ mặt cắt, bao gồm không những diện tích lỗ rỗng nước có thể chảy qua được mà còn cả diện tích các hạt đất, nước không thể chảy qua được. Do đó, vận tốc thấm chỉ là một khái niệm thuỷ lực được đưa ra với giả thiết môi trường thấm là liên tục để có thể sử dụng các phương trình của thuỷ lực học. Còn thực tế nước vận động trong các lỗ rỗng, khe nứt của đất đá với vận tốc u lớn hơn vận tốc v nhiều lần, được tính theo công thức :

$$u = \frac{Q}{\omega n} \quad \text{(VII-14)}$$

Trong đó : n là độ rỗng diện tích (nó bằng độ rỗng khi tính rỗng của đất đá là đẳng hướng).

Vì $v = \frac{Q}{\omega}$ do đó ta có :

$$u = \frac{v}{n} \text{ hay } v = n.u \quad \text{(VII-15)}$$

Như vậy, vận tốc thấm bằng vận tốc thực nhân với độ lỗ rỗng n.

Để xét được ảnh hưởng của tính chất nước thấm (dung trọng γ, độ nhớt η) tới vận tốc thấm, người ta thay áp lực thấm H bằng thế trọng lực φ và gradien áp lực thấm J bằng gradien thế trọng lực J_φ. Khi đó định luật Đacxi có thể viết :

$$v = \frac{\bar{k}}{\eta} J_\varphi \quad \text{(VII-16)}$$

$$J_\varphi = \frac{\Delta\varphi}{l} = \gamma \frac{\Delta H}{l} = \gamma J,$$

Trong đó : $\bar{k}$ được gọi là *độ thấm nước* của đất đá và là đại lượng đặc trưng chính xác về tính thấm của đất đá hơn hệ số thấm, vì nó không phụ thuộc vào tính chất thuỷ động của nước thấm.

Quan hệ giữa hệ số thấm k và độ thấm nước $\bar{k}$ được thể hiện ở biểu thức sau :

$$k = \bar{k}\frac{\gamma}{\eta} = \bar{k}\frac{\rho g}{\eta} = \bar{k}\frac{g}{\nu} \ ; \ \bar{k} = k\frac{\nu}{g} \quad \text{(VII-17)}$$

Trong đó : g - gia tốc trọng trường ; ν - hệ số nhớt động của nước ; ρ - mật độ của nước.

Độ thấm nước $\bar{k}$ có thứ nguyên diện tích, được tính bằng cm^2.

Để làm sáng tỏ ảnh hưởng của độ rỗng n tới hệ số thấm của đất đá, ta hãy mô hình hoá môi trường lỗ rỗng thành môi trường các ống nhỏ bằng nhau có đường kính $d_0 = 2r_0$ và diện tích tiết diện một ống $\omega_o = \pi r_o^2$. Khi dòng thấm qua tiết diện ω có lưu lượng Q và độ rỗng n thì số lượng ống nhỏ sẽ là $\frac{n\omega}{\omega_o}$ và lưu lượng qua mỗi ống Q_0 sẽ bằng :

$$Q_o = \frac{Q\omega_o}{n\omega} = \frac{\pi r_o^2}{n} v \qquad \text{(VII-18)}$$

Kết hợp (VII-18) với (VII-9), ta tìm được :

$$v = \frac{\gamma r_o^2 n}{8\eta} J \qquad \text{(VII-19)}$$

Liên hệ biểu thức (VII-19) với định luật Đacxi (VII-13), ta xác định được công thức hệ số thấm phụ thuộc vào độ rỗng *n* của đất đá :

$$k = \frac{\gamma r_o^2 n}{8\eta} \qquad \text{(VII-20)}$$

2. Định luật thấm phi tuyến

Trong môi trường thấm có lỗ rỗng lớn (đá karst hóa, cuội, sỏi...) và khi gradien áp lực thấm quá lớn sẽ xuất hiện thấm rối, vận tốc thấm được xác định theo định luật của Kratnoponxki :

$$v = k\sqrt{J} \qquad \text{(VII-21)}$$

Như vậy, khi thấm rối vận tốc thấm tỷ lệ thuận bậc 1/2 với gradien áp lực.

Nếu tầng đất đá có sự không đồng nhất lớn về tính thấm như có các tầng đá karst hoá xen kẽ tầng đá kém nứt nẻ thì dòng thấm khá phức tạp. Trong trường hợp tổng quát, theo Đuypuy (Dupuit), giữa vận tốc thấm và gradien áp lực có quan hệ bậc 2 như sau :

$$J = av + bv^2 \qquad \text{(VII- 22)}$$

Trong đó : a và b là hệ số phụ thuộc vào dạng chuyển động của nước.

Khi vận tốc thấm nhỏ, $bv^2 << av$, thì bỏ qua thành phần thứ hai và phương trình Đuypuy (VII-22) có dạng :

$$J = av \qquad \text{(VII-23)}$$

tức là lại trở về định luật Đacxi :

$$v = \frac{J}{a} = kJ \qquad \text{(VII-24)}$$

Trong đó $\frac{1}{a} = k$.

Khi vận tốc thấm lớn, $bv^2 >> av$, thì có thể bỏ qua av, phương trình Đuypuy có dạng phương trình bậc 2 đơn giản :

$$J = bv^2 \qquad \text{(VII-25)}$$

Nếu đặt $k = \sqrt{\frac{1}{b}}$ thì ta nhận được phương trình Kratnoponxki :

$$v = \sqrt{\frac{1}{b}J} = k\sqrt{J}$$

Theo Enzơlun (Engelund), nếu đặt α là hệ số thấm phi tuyến :

$$\alpha = \frac{\alpha_0}{\eta^2}\sqrt{\frac{k}{vg}} \qquad \text{(VII-26)}$$

Với trị số α_0 xác định như sau :

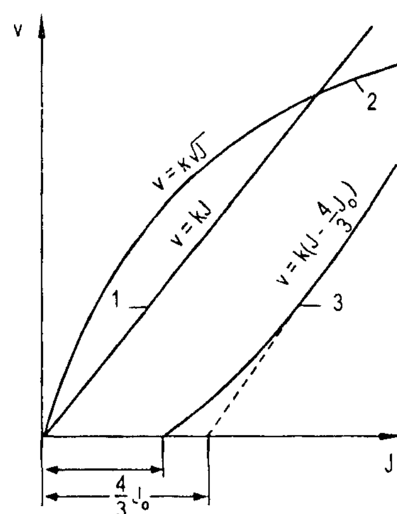
$\alpha_0 = 0{,}11$ khi $k > 1 cm/s$; $\alpha_0 = 0{,}18$ khi $k = 0{,}5$ cm/s ; $\alpha_0 = 0{,}3$ khi $k \to 0$, thì phương trình Đuypuy (VII-22) với $a = \frac{1}{k}$, có dạng :

$$J = \frac{v}{k}(1 + \alpha v) \qquad \text{(VII-27)}$$

Biểu đồ quan hệ v = f(J) trong trường hợp thấm đường thẳng và phi tuyến thể hiện trên *hình VII-3.*

Đối với đất loại sét cũng như một số đất đá có lỗ rỗng quá nhỏ, nước muốn thấm qua đòi hỏi phải có gradien thấm ban đầu J_0 (*hình VII-3*).

Trị số gradien thấm ban đầu của một số loại đất được nêu ở *bảng VII-1.*



***Hình VII-3.** Biểu đồ quan hệ v = f(J*
1. Thấm tầng ; 2. Thấm rối ; 3. Thấm dẻo nhớt

Bảng VII-1. Trị số gradien thấm ban đầu J_0 của một số đất đá

Loại đất	Độ rỗng, n (%)	Hệ số thấm, k (*m/ngđ*)	Bán kính lỗ rỗng, r_0 (*cm*)	Gradian thấm ban đầu, J_0
Cát hạt trung và lớn	0,35	0,05 - 0,1	0,007	3.10⁻
Cát hạt nhỏ	0,25	0,01	0,003	7.10⁻
Cát pha	0,2	10^{-4}	5.10^{-4}	4.10⁻
Sét pha	0,1	10^{-6}	5.10^{-5}	0,04
Đất sét	0,1	10^{-8} - 10^{-9}	5.10^{-6}	0,4 - 12

Nguyên nhân xuất hiện J_0 trong đất sét là do màng nước liên kết ở xung quanh hạt đá đá đã làm giảm nhỏ đường kính hiệu quả của lỗ rỗng, muốn thấm đòi hỏi phải truyền một trị số áp lực nhất định bằng J_0. Khi $J > J_0$ phần lớn nước liên kết sẽ chuyển động cùng với nước tự do.

Trong thực tế của nước dưới đất thì dòng thấm thường ở trạng thái thấm tầng, đôi khi là thấm rối, còn thấm dẻo nhớt thường gặp trong tính toán chống thấm, cố kết thấm ở nền đất loại sét... của các công trình.

1.3. Cấu trúc dòng thấm

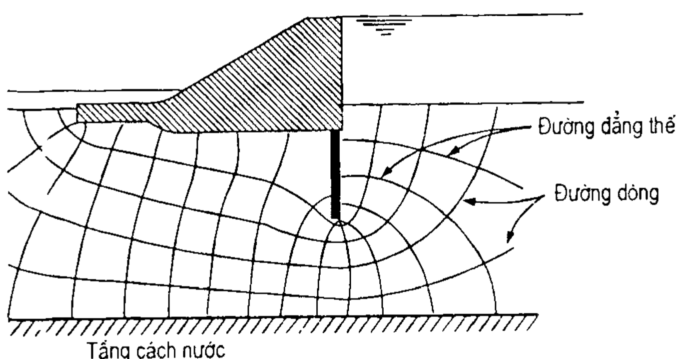
Dựa theo động thái thấm có thể chia ra hai loại là động thái thấm ổn định - khi các đặc trưng dòng thấm không thay đổi theo thời gian và động thái thấm không ổn định - khi các đặc trưng dòng thấm thay đổi theo thời gian. Trong tự nhiên phổ biến là động thái thấm không ổn định.

Để đơn giản, trong nghiên cứu có thể mô hình hoá dòng thấm bằng một sơ đồ lưới gồm một hệ thống các đường dòng và các đường cùng áp lực nước vuông góc với nhau và gọi là sơ đồ lưới thấm hay sơ đồ lưới thuỷ động của dòng (*hình VII-4*).

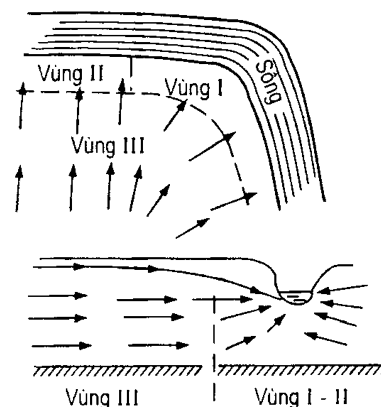
Tổng quát nhất là *dòng thấm không gian* có mạng lưới thuỷ động biến đổi theo ba hướng, như dòng thấm vòng quanh vai đập cao trong thung lũng sông hẹp (vùng I trên *hình VII-5*) với các tính toán dòng thấm phức tạp. Tuy nhiên, với một sai lệch cho phép, với cách phân đoạn để tính, thì dòng thấm không gian có thể được xem như là các dòng thấm phẳng, với hai loại phổ biến là dòng thấm phẳng đứng và dòng thấm phẳng ngang, có các mạng lưới thuỷ động biến đổi theo một mặt phẳng nào đó.

Dòng thấm phẳng đứng có các đường dòng biến dạng theo mặt phẳng đứng, còn trên mặt bằng chúng song song với nhau. Đó là trường hợp dòng thấm qua nền đập áp lực trung bình đặt trên thung lũng sông rộng, dòng thấm đến kênh đào (vùng *II, hình VII-5*).

Dòng thấm phẳng ngang có các đường dòng biến dạng theo mặt bằng, còn trên mặt phẳng đứng, chúng song song với nhau. Trường hợp này đặc trưng cho dòng thấm kéo dài, có chiều dài lớn hơn nhiều so với bề dày dòng thấm; nó cho phép bỏ qua trị số áp lực biến đổi theo độ sâu dòng thấm (vùng *III, hình VII-5*).



Hình VII-4. *Lưới thuỷ động lực của dòng thấm dưới nền đập.*



Hình VII-5. *Sơ đồ các dạng dòng thấm*
a) Mặt bằng ; b) Mặt cắt

Phần dòng thấm giới hạn bởi hai đường dòng gọi là băng dòng hay ống dòng. Phần băng dòng giới hạn bởi hai đường cùng áp lực nước là mảnh dòng hay ô dòng.

Ở dòng thấm phẳng đứng khi nghiên cứu chỉ cần xét với chiều rộng của dòng là 1 mét ; khi đó diện tích mặt cắt dòng thấm $\omega = 1.m$, trong đó m là chiều dày của dòng thấm.

Trong dòng thấm phẳng ngang, khi nghiên cứu cũng chỉ cần xét cho dòng thấm đơn vị với bề dày dòng thấm là 1 đơn vị dài (1 mét) ; lúc này diện tích tiết diện $\omega = B.1$, trong đó B là bề rộng dòng thấm.

Ở dòng thấm phẳng đứng, môi trường thấm đồng nhất và thấm tầng thì lưu lượng thấm cho 1 đơn vị dòng thấm q sẽ là :

$$q = m.k.J \tag{VII-28}$$

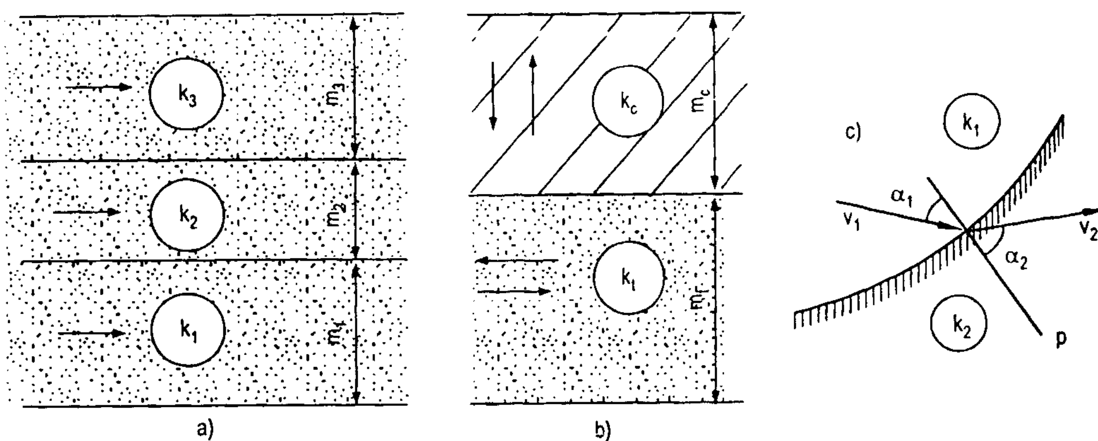
Đặt T = km là lưu lượng của dòng đơn vị khi gradien áp lực J bằng đơn vị và gọi là *độ dẫn của dòng*.

Với trường hợp tầng nhiều lớp có hệ số thấm khác nhau k_1, k_2... *(hình VII-6a)*, bề dày m_1, m_2... thì lưu lượng chung sẽ bằng tổng lưu lượng của từng lớp ; vì trong dòng thấm phẳng, gradien áp lực của các lớp đều bằng nhau nên :

$q = q_1 + q_2 + ... + q_n = (k_1m_1 + k_2m_2 + ... + k_nm_n)\,J$ và ta có :

$$T = k_1m_1 + k_2m_2 + ... + k_nm_n \tag{VII-29}$$

nghĩa là độ dẫn của tầng nhiều lớp thấm song song bằng tổng độ dẫn của từng lớp riêng biệt.



Hình VII-6. *Sơ đồ dòng thấm trong tầng nhiều lớp*

a) Dòng thấm song song với lớp ; b) Dòng thấm cắt qua lớp ;

c) Dòng thấm qua giới hạn hai môi trường thấm có hệ số thấm khác nhau.

Nếu xác định hệ số thấm trung bình k_{tb} cho tầng nhiều lớp khi dòng thấm song song với lớp, ta được :

$$k_{tb} = \frac{T}{m} = \frac{k_1m_1 + k_2m_2 + ... + k_nm_n}{m} \tag{VII-30}$$

Đối với tầng thấm có các lớp thấm mạnh và yếu xen kẽ nhau (*hình VII-6b)* thì cấu trúc dòng thấm có dạng đặc biệt. Khi hệ số thấm $k_t >> k_c$ thì trên thực tế, trong lớp thấm yếu k_c hoặc là không xảy ra thấm, hoặc là thấm theo phương vuông góc với lớp, còn trong lớp thấm mạnh k_t thì dòng thấm song song với lớp. Nếu bỏ qua biến dạng đàn hồi trong lớp thấm yếu, thì vận tốc thấm của nước trong phạm vi chiều dày m_c có hệ số thấm k_c với áp lực thấm ΔH_c sẽ là :

$$v = k_c \frac{\Delta H_c}{m_c} \qquad \text{(VII-31)}$$

Tương ứng với lớp thứ i ta có $v_{ci} = k_{ci} \dfrac{\Delta H_{ci}}{m_{ci}}$ hay là $\Delta H_{ci} = \dfrac{v_{ci} m_{ci}}{k_{ci}}$.

Như vậy, áp lực tiêu hao tổng cộng ΔH_c đối với tầng có các lớp thấm mạnh, yếu xen kẽ sẽ là :

$$\Delta H_c = \sum_{i=1}^{n} \Delta H_{ci} = \sum_{i=1}^{n} \frac{v_{ci}}{k_{ci}} m_{ci} = v_c \sum_{i=1}^{n} \frac{m_{ci}}{k_{ci}} \qquad \text{(VII-32)}$$

Từ (VII-31) và (V-32) ta có công thức xác định hệ số thấm trung bình vuông góc cho hệ nhiều lớp song song :

$$k_{tb} = \frac{m_c}{\sum_{i=1}^{n} \frac{m_{ci}}{k_{ci}}} = \frac{m_c}{\frac{m_{c1}}{k_{c1}} + \frac{m_{c2}}{k_{c2}} + \ldots + \frac{m_{cn}}{k_{cn}}} \qquad \text{(VII-33)}$$

Dòng thấm đi qua giới hạn giữa hai môi trường thấm có hệ số thấm khác nhau (k_1 và k_2) sẽ bị khúc xạ (*VII-6c*). Ta xác định góc α_1 và α_2 giữa phương của vận tốc v_1 và v_2 (phương đường dòng) với pháp tuyến của mặt ranh giới hai môi trường. Từ điều kiện cân bằng hình chiếu của vận tốc thấm theo phương pháp tuyến ta có :

$$v_1 \cos\alpha_1 = v_2 \cos\alpha_2 \text{ hay } \frac{v_1}{v_2} = \frac{\cos\alpha_2}{\cos\alpha_1} \qquad \text{(VII-34)}$$

còn từ điều kiện cân bằng hình chiếu của vận tốc thấm theo phương tiếp tuyến *l* với mặt giới hạn ta có :

$$v_1 \sin\alpha_1 = -k_1 \frac{dH}{dl}, \quad v_2 \sin\alpha_2 = -k_2 \frac{dH}{dl}$$

từ đó có quan hệ :

$$\frac{dH}{dl} = \frac{v_1 \sin\alpha_1}{k_1} = \frac{v_2 \sin\alpha_2}{k_2} \qquad \text{(VII-35)}$$

Ta đã biết tỷ số $\dfrac{v_1}{v_2}$ theo (VII-34), từ (VII-35) thiết lập được điều kiện gãy khúc của đường dòng tại mặt phân giới và gọi là " quy luật tang" ;

$$\frac{tg\alpha_1}{tg\alpha_2} = \frac{k_1}{k_2} \qquad \text{(VII-36)}$$

1.4. Khái niệm về mô hình hoá dòng thấm

Một bài toán thấm trong thực tế thường phụ thuộc rất nhiều yếu tố. Để dễ nghiên cứu, người ta tiến hành mô hình hoá dòng thấm dựa trên sự tương tự toán học giữa quá trình thấm với một số quá trình vật lý khác như điện, nhiệt, từ... Ở đây ta có thể xét một số mô hình thông dụng.

Mô hình thuỷ lực liên tục phổ biến là loại máng thấm bằng thuỷ tinh có chứa các vật liệu tạo lỗ rỗng (cát) để nước thấm qua.

Mô hình thuỷ lực loại máng thấm thường dùng để nghiên cứu trực tiếp các quá trình vật lý và lực học trong dòng thấm khi chưa có công thức lý thuyết chắc chắn về ảnh hưởng của các quá trình này đến dòng thấm như khi nghiên cứu dòng thấm nhiều pha (phù sa, khí,..), dòng thấm trong vùng mao dẫn, vùng thay đổi độ dẫn đột ngột...

Mô hình thuỷ lực liên tục phải bảo đảm điều kiện tương tự về áp lực thấm

Mô hình tương tự điện - thuỷ động (ЭГДА) dựa trên sự tương tự toán học của dòng thấm trong môi trường thấm và dòng điện trong môi trường dẫn điện, ví dụ :

Dòng điện	Dòng thấm
Điện áp $\Delta U = U_1 - U_2$	Áp lực thấm $\Delta H = H_1 - H_2$
Gradien điện áp $E = \frac{dU}{dl}$	Gradien thấm : $J = \frac{dH}{dl}$
Độ dẫn điện C của dòng điện	Hệ số thấm k của dòng thấm
Định luật Ôm về dẫn điện $I = C\omega_m E$	Định luật Đacxi về thấm $Q = k\omega J$
Phương trình liên tục của dòng điện : $\frac{\partial U_x}{\partial x} + \frac{\partial U_y}{\partial y} = 0$	Phương trình liên tục của dòng thấm : $\frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} = 0$
Phương trình Laplace của dòng điện $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = 0$	Phương trình Laplace của dòng thấm $\frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} = 0$
Mặt cách điện của dòng điện	Mặt cách nước của dòng thấm
Đường dòng $\frac{\partial U}{\partial n} = 0$ của dòng điện	Đường dòng $\frac{\partial U}{\partial n} = 0$ của dòng thấm

Như vậy, hoàn toàn có thể dùng một môi trường dẫn điện để mô hình hoá cho một môi trường thấm nước theo những điều kiện đồng dạng nhất định, trong đó các đường đẳng áp được thay bằng đường đẳng thế, đường dòng thấm được thay bằng đường dòng điện. Điều chủ yếu là phải thiết lập các tỷ lệ đồng dạng như tỷ lệ đồng dạng động học $\alpha_0 = \frac{Q}{I}$ là tỷ số lưu lượng dòng thấm và cường độ dòng điện trên mô hình ; tỷ lệ đồng dạng vật lý $\alpha_k = \frac{k}{C}$

là tỷ số hệ số thấm và độ dẫn điện của mô hình, tỷ lệ đồng dạng động lực $\alpha_H = \dfrac{\Delta H}{\Delta U}$ là tỷ số áp lực thấm và trị số điện áp ; tỷ lệ đồng dạng hình học $\alpha_l = \dfrac{l}{l_m}$ là tỷ số kích thước dòng thấm ở thực tế và ở mô hình có $\alpha_l^2 = \dfrac{\omega}{\omega_m}$ là tỷ số diện tích tiết diện dòng thấm thực tế và ở mô hình.

Bởi vì $Q = \alpha_Q I$; $k = \alpha_k C$; $l = \alpha_l l_m$; $\omega = \alpha_l^2 \omega_m$, $\Delta H = \alpha_H \Delta U$, theo điều kiện đồng dạng, định luật Đacxi có thể viết :

$$\alpha_Q I = \alpha_k C \alpha_l^2 \omega_m \frac{\alpha_H}{\alpha_l} . \frac{\Delta U}{l_m} ,$$

hay :

$$I = \frac{\alpha_k \alpha_l \alpha_H}{\alpha_Q} C\omega_m \frac{\Delta U}{l_m} \qquad \text{(VII-37)}$$

Như vậy, nếu thay đổi sao cho $\dfrac{\alpha_k \alpha_l \alpha_H}{\alpha_Q} = 1$, thường là thay đổi α_Q , thì biểu thức (VII-37) sẽ giống hệt định luật Ôm :

$$I = C\omega_m \frac{\Delta U}{l_m} .$$

Tiêu chuẩn $\alpha_Q = \alpha_k \alpha_l \alpha_H$ gọi là tiêu chuẩn đồng dạng của mô hình.

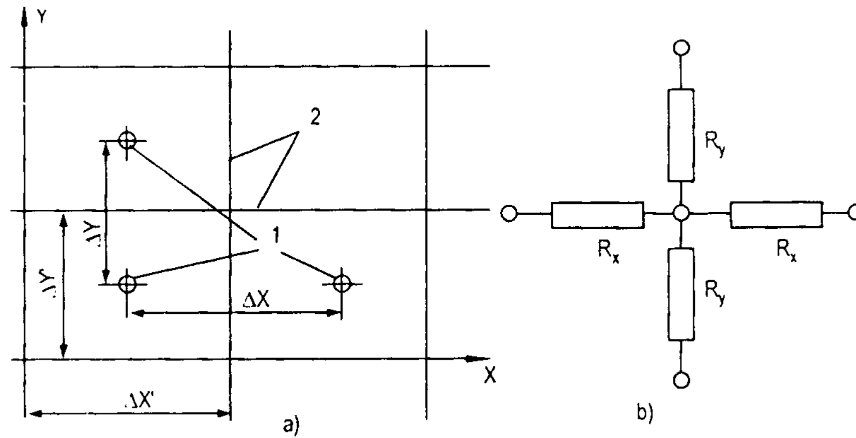
Sau khi đã thiết lập xong mô hình, thông thường sẽ tiến hành đo, vẽ lưới điện động. Tổng quát là lưới điện động không gian (ba chiều), nhưng dùng phổ biến hơn cả là lưới điện động phẳng, thể hiện dòng thấm phẳng. Ở nước ta, khi thiết kế công trình thuỷ điện Thác Bà, Hoà Bình... đã dùng lưới điện động phẳng để nghiên cứu thấm ở nền đập và các khu vực có liên quan.

Mô hình lưới tích phân điện được sử dụng khá rộng rãi trong những năm gần đây. Trường của tích phân này tạo bởi lưới các điện trở được liên kết với nhau ở các điểm nút và được dùng để mô hình hoá dòng thấm ổn định. Mô hình dòng thấm không gian được thực hiện trên lưới điện trở ba hướng và dòng thấm phẳng trên lưới điện trở hai hướng (*hình VII-7)*.

Dòng thấm được chia thành các khối riêng biệt (*hình VII-7a)*. Khi chuyển động qua trung tâm các khối kề nhau, lưu lượng thấm không đổi tựa như khi chuyển động trong các ống độc lập. Do vậy, khi diện tích tiết diện ngang của khối là ω, lưu lượng dòng thấm Q qua trung tâm các khối kề nhau và cách nhau khoảng cách L sẽ được xác định theo công thức (VII-12) của định luật Đacxi, trong đó ΔH là tổn thất áp lực giữa các khối.

Ta đưa ra khái niệm *sức cản thấm vùng* (Φ) của dòng thấm, là tỷ số giữa tổn thất áp lực với lưu lượng thấm trong vùng này. Từ công thức (VII-12), sức cản thấm vùng giữa trung tâm của các khối cạnh nhau là :

$$\Phi = \frac{\Delta H}{Q} = \frac{L}{k.\omega} \qquad \text{(VII-38)}$$



Hình VII-7. *Thành lập mô hình lưới tích phân điện*
a) Các khối trong dòng thấm phẳng (1 và 2 - trung tâm và giới hạn khối) ; b) Nút lưới trong dòng thấm phẳng.

Lưu lượng của dòng thấm phẳng đứng có bề rộng B theo (VII-28) sẽ là: $Q = qB = TB\dfrac{\Delta H}{L}$, vì vậy sức cản thấm vùng của dòng thấm phẳng đứng sẽ bằng :

$$\Phi = \frac{L}{TB} \qquad \text{(VII-39)}$$

Như vậy phương pháp lưới cho phép thay trường cản thấm liên tục của dòng thấm bằng lưới cản thấm, chúng được kết hợp với nhau ở các điểm nút. Mô hình lưới điện tương tự được thành lập bằng lưới các điện trở mà sự kết hợp giữa chúng cũng giống như lưới cản thấm, còn giá trị điện trở R sẽ tỷ lệ với sức cản thấm vùng tương ứng theo công thức :

$$R = \alpha_R \Phi \qquad \text{(VII-40)}$$

Trong đó : α_R là hệ số tỷ lệ của điện trở, thường chọn sao cho giá trị R xác định được nằm trong phạm vi điện trở của máy tích phân.

§2. TÍNH TOÁN CHO DÒNG THẤM PHẲNG ỔN ĐỊNH

Việc tính toán cho dòng thấm phẳng ổn định nhằm xác định lưu lượng đơn vị, mực nước ngầm hoặc áp lực tại một tiết diện bất kỳ với mục đích để tính lượng nước tổn thất từ các công trình chứa, dẫn nước (hồ chứa, kênh đào...), lượng nước thấm tới các công trình khai đào... xét ảnh hưởng của vị trí mực nước, mực áp lực của nước dưới đất tới thi công và thiết kế công trình.

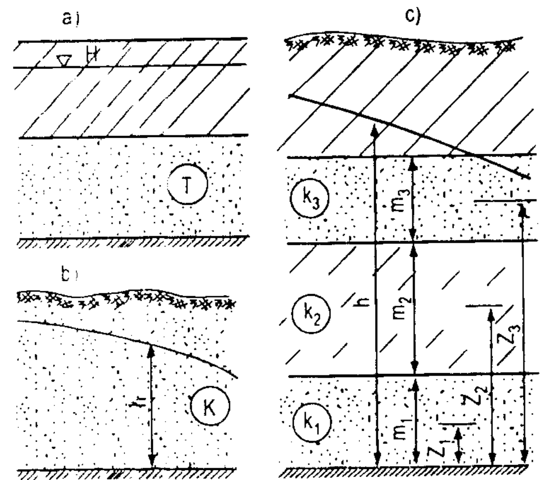
Theo đặc trưng của dòng thấm ta lần lượt tính toán cho trường hợp dòng thấm phẳng đứng, dòng thấm dưới hồ chứa và các công trình dâng nước.

2.1. Tính toán cho dòng thấm phẳng đứng

Trước hết, chúng ta xét các dạng sơ đồ cấu tạo cơ bản, trên cơ sở đó tiến hành giải quyết các bài toán thấm trong trường hợp dòng thấm có lưu lượng không đổi hoặc thay đổi ổn định theo chiều dòng thấm, dòng thấm có dung trọng thay đổi.

1. Các dạng sơ đồ cấu tạo

Ở dòng thấm phẳng đứng, gradien thấm của các lớp đều bằng nhau, tính năng thấm cơ bản được đặc trưng bằng độ dẫn T của dòng thấm. Khi dòng thấm có áp lực thì độ dẫn T không phụ thuộc áp lực mà chỉ liên quan đến tính thấm của đất đá; còn ở dòng thấm không áp, độ dẫn liên quan chặt chẽ với sự thay đổi mực nước vì nó làm thay đổi độ dày dòng thấm. Thường thì bài toán thấm đối với dòng thấm phẳng đứng thuộc về một trong ba dạng sơ đồ cấu tạo cơ bản sau đây :



Hình VII-8. *Các sơ đồ cấu tạo của dòng thấm phẳng đứng*
a) Sơ đồ tầng áp lực ; b) Sơ đồ Đuypuy ; c) Sơ đồ Ghirinxki

Sơ đồ độ dẫn không đổi hay sơ đồ tầng áp lực - trong đó độ dẫn ở mặt cắt bất kỳ là không đổi (không phụ thuộc vào sự biến đổi của áp lực thấm). Sơ đồ này đặc trưng cho tầng chứa nước áp lực (*hình VII-8a*).

Sơ đồ độ dẫn thay đổi bậc một theo độ sâu dòng thấm (T = kh) hay là sơ đồ tầng không áp - có sự đồng nhất về thấm theo phương thẳng đứng, còn gọi là sơ đồ Đuypuy (*hình VII-8b*).

Sơ đồ không đồng nhất về thấm theo phương thẳng đứng: là sơ đồ tầng có cấu tạo nhiều lớp, còn gọi là sơ đồ Ghirinxki (*hình VII-8c*) - độ dẫn phụ thuộc vào cấu tạo của các lớp.

Ta có thể viết biểu thức lưu lượng đơn vị của dòng thấm ở dạng vi phân theo phương l nào đó cho các loại sơ đồ cấu tạo khác nhau.

Với sơ đồ tầng áp lực $J = -\dfrac{dH}{dl}$; tương ứng với (VII-28) ta có :

$$q = -T\frac{dH}{dl} \qquad \text{(VII-41)}$$

Với sơ đồ Đuypuy, nếu coi đáy không thấm nằm ngang và là mặt chuẩn sẽ có H = h và T = kh, trong đó h là độ dày dòng thấm thì :

$$q = -kh\frac{dH}{dl} = -k\frac{d\left(\frac{h^2}{2}\right)}{dl} \qquad \text{(VII-42)}$$

Còn sơ đồ Ghirinxki :

$$q = -\frac{dG}{dl} \qquad \text{(VII-43)}$$

Trong đó : G là hàm Ghirinxki, đối với dòng thấm có độ dày h gồm n lớp sẽ được xác định theo biểu thức :

$$G = \sum_{i=1}^{n} k_i m_i (h - Z_i) \qquad \text{(VII-44)}$$

Trong đó : k_i , m_i , Z_i - hệ số thấm, độ dày, khoảng cách từ trung tâm lớp đến đáy cách nước của lớp thứ i.

Ta thấy các biểu thức (VII-41), (VII-42) và (VII-43) của các sơ đồ khác nhau đều có cùng một dạng. Nếu lấy biểu thức (VII-41) của sơ đồ tầng áp lực làm cơ sở thì từ (VII-41) có thể chuyển sang (VII-42) hay (VII-43) của sơ đồ Đuypuy và Ghirinxki theo quan hệ sau:

$$\left.\begin{array}{l} T \rightarrow k \text{ ; } H \rightarrow \dfrac{h^2}{2} \text{ - với sơ đồ Đuypuy} \\ T \rightarrow l \text{ ; } H \rightarrow G \text{ - với sơ đồ Ghirinxki} \end{array}\right\} \qquad \text{(VII-45)}$$

Như vậy là ta luôn luôn có thể dùng sơ đồ cấu tạo của dòng thấm phẳng đứng có độ dẫn không đổi để nghiên cứu các sơ đồ khác.

2. Dòng thấm có lưu lượng không đổi theo chiều dòng thấm

Ta xét cho trường hợp dòng thấm ổn định, đồng nhất (hệ số thấm không đổi), lưu lượng không đổi theo chiều dòng thấm ; thành lập phương trình xác định lưu lượng, mực nước (hay mực áp lực) tại một tiết diện bất kỳ.

a) Sơ đồ tầng áp lực (hình VII-9a)

Trị số gradien áp lực $J = \dfrac{H_0 - H_L}{L}$; trong đó H_0, H_L là áp lực nước ở tiết diện đầu và tiết diện cuối, cách nhau khoảng cách L. Độ dẫn của tầng là T = km không đổi.

Lưu lượng đơn vị của dòng thấm theo (VII-28) là :

$$q = T\,\frac{(H_0 - H_L)}{L} \qquad \text{(VII-46)}$$

và áp lực H_x tại mặt cắt nào đó có quan hệ bậc một với khoảng cách x :

$$H_x = H_0 - \frac{H_0 - H_L}{L}x \qquad \text{(VII-47)}$$

b) Sơ đồ Đuypuy

Trường hợp đáy cách nước nằm ngang (*hình VII-9b*), có thể xác định biểu thức lưu lượng đơn vị q theo (VII-46) qua biến đổi (VII-45) bằng cách thay T bằng k, trị số áp lực H_o, H_L, và H_x bằng các giá trị tương ứng $0{,}5\,h_o^2$; $0{,}5\,h_L^2$ và $0{,}5\,h_x^2$ sẽ được :

$$q = k\,\frac{h_0^2 - h_L^2}{2L} = k\,\frac{(h_0 + h_L)}{2}\cdot\frac{(h_o - h_L)}{L} \qquad \text{(VII-48)}$$

và phương trình đường mực nước có dạng bậc hai :

$$h_x^2 = h_o^2 - \frac{h_0^2 - h_L^2}{L}x \text{ hay là } h_x = \sqrt{h_0^2 - \frac{h_0^2 - h_L^2}{L}x} \qquad \text{(VII-49)}$$

Trường hợp đáy cách nước nằm nghiêng (*hình VII-9c*), theo (VII-48) ta có lưu lượng đơn vị xác định bằng độ dày trung bình của tầng thấm nước và gradien áp lực trung bình. Dựa theo nguyên tắc này G.N. Kamenxki đã lập biểu thức xác định lưu lượng đơn vị khi đáy cách nước nằm nghiêng :

$$q = k\,\frac{(h_0 + h_L)}{2}\cdot\frac{H_0 - H_L}{L} \qquad \text{(VII-50)}$$

và lưu lượng đơn vị tại tiết diện x bất kỳ có độ dày dòng thấm h_x, áp lực thấm H_x :

$$q_x = k\,\frac{h_0 + h_x}{2}\cdot\frac{H_o - H_x}{x} \qquad \text{(VII-51)}$$

Bởi vì $h_x = H_x - ix$ (i là độ nghiêng của đáy không thấm, $i = \frac{H - H_L}{L}$), khi lấy mặt phẳng so sánh qua đáy không thấm ở tiết diện x = 0, ta có:

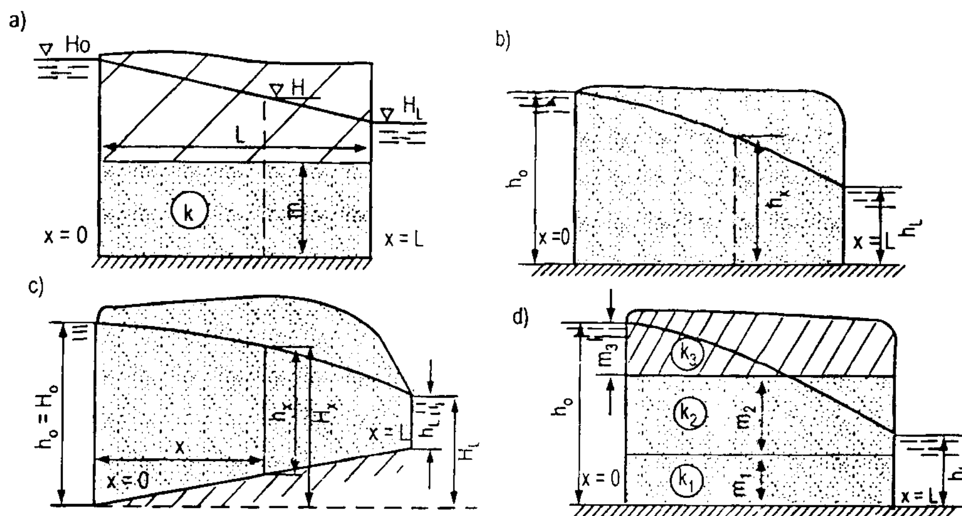
$$q_x = k\,\frac{h_o + h_x}{2}\cdot\frac{h_o - h_x - ix}{x} \qquad \text{(VII-52)}$$

từ đó lập được phương trình đường mực nước có dạng đường cong :

$$h_x = \sqrt{h_o - ix(h_o - 0{,}25ix) - 2\frac{q}{k}x} - 0{,}5ix \qquad \text{(VII-53)}$$

c) Sơ đồ Ghirinxki

Đối với các dòng thấm phẳng đứng theo sơ đồ Ghirinxki (*hình VII-9d*), nhờ biến đổi (VII-45) ta xác định được :



Hình VII-9. *Sơ đồ các dạng thấm phẳng đứng*
a) Sơ đồ tầng áp lực ; b) Sơ đồ Đuypuy với đáy cách nước nằm ngang ;
c) Sơ đồ Đuypuy với đáy cách nước nằm nghiêng ; d) Sơ đồ Ghirinki.

$$q = \frac{G_0 - G_L}{L} \qquad \text{(VII-54)}$$

$$G_x = G_0 - \frac{G_0 - G_L}{L} x \qquad \text{(VII-55)}$$

Trong đó: G_0 , G_L , G_x là giá trị hàm Ghirinxki tại các mặt cắt x = 0, x = L và x bất kỳ.

Xác định trị số G_0 , G_L trong trường hợp tầng có cấu tạo ba lớp (*hình VII-9d*) như sau:

$$G_0 = k_1 m_1 (h_0 - 0{,}5m_1) + k_2 m_2 (h_0 - m_1 - 0{,}5m_2) + k_3 m_3 (h_0 - m_1 - m_2 - 0{,}5m_3)$$

$$G_L = k_1 m_1 (h_1 - 0{,}5m_1) + k_2 m_2 \frac{h_L - m_1}{2} \qquad \text{(VII-56)}$$

Trong thực tế, khi gặp dòng thấm có độ dẫn (k hoặc m) thay đổi theo chiều dòng thấm thì ta tiến hành phân đoạn để tính, ở mỗi đoạn dòng thấm có T xác định và được coi là đồng nhất. Sự nối tiếp các đoạn khi tính toán dựa trên điều kiện liên tục của áp lực thấm và lưu lượng tại các ranh giới phân chia.

3. Dòng thấm có lưu lượng thay đổi ổn định theo chiều dòng thấm

Trường hợp này xảy ra khi có nước mưa ngấm xuống cung cấp cho dòng ngầm hoặc khi nước dưới đất bị bốc hơi với cường độ W phân bố đồng đều trong khu vực xét. Do vậy, lưu lượng dòng thấm sẽ thay đổi ổn định theo chiều dòng thấm.

Bài toán này thường dùng trong thực tế như khi xác định cao trình dâng giới hạn của nước trong hồ chứa để hồ không bị thấm mất nước, vị trí mực nước dưới đất trong khu vực giữa hai sông khi chọn cao trình đặt móng, khi thiết kế thi công và thiết kế công trình tưới tiêu cho các cây trồng cạn...

Xét trường hợp dòng thấm đồng nhất có đáy cách nước nằm ngang, ta thành lập phương trình tính lưu lượng và đường mực nước tại tiết diện x bất kỳ.

a) Sơ đồ tầng áp lực

Ta hãy tách ra một phân tố dòng thấm có ngấm, dài dx thì, nếu lưu lượng dòng thấm đi vào là q, lưu lượng đi ra sẽ là q + dq, do trên bề mặt dòng thấm có nhận thêm một lượng nước ngấm là Wdx. Cân bằng lưu lượng đi vào và đi ra khỏi phân tố, ta có : q + Wdx = q + dq và phương trình liên tục của dòng thấm :

$$\frac{dq}{dx} = W \qquad \text{(VII-57)}$$

Mặt khác, theo (VII-41) thì $q = -T\frac{dH}{dl}$ nên ta có thể viết được :

$$\frac{d}{dx}\left(-T\frac{dH}{dx}\right) - W = 0 \qquad \text{(VII-58)}$$

Nếu dòng thấm có độ dẫn T và cường độ ngấm bổ sung cho dòng thấm W là không đổi (W lấy giá trị dương khi là cường độ ngấm bổ sung và giá trị âm khi là cường độ bốc hơi) thì:

$$\frac{d^2H}{dx^2} = -\frac{W}{T} \tag{VII-59}$$

Tích phân hai lần phương trình (VII-59) ta có :

$$\frac{dH}{dx} = -\frac{W}{T}x + C_1$$

$$H = -\frac{W}{2T}x^2 + C_1x + C_2 \tag{VII-60}$$

Trong đó : C_1 và C_2 là những hằng số tích phân được xác định theo điều kiện biên của bài toán.

Khi $H = H_0$ (tại $x = 0$) ; $H = H_L$ (tại $x = L$) (xem *hình VII-10*), thì ta có :

$$C_2 = H_0;\ C_1 = \frac{H_L - H_0}{L} + W\frac{L}{2T}$$

Thay các giá trị tìm được của C_1 và C_2 vào phương trình (VII-60) :

$$H = H_o + \frac{H_L - H_o}{L}x + \frac{Wx}{2T}(L - x) \tag{VII-61}$$

Lưu lượng thấm đơn vị q_x của dòng qua mặt cắt x nào đó tính theo công thức :

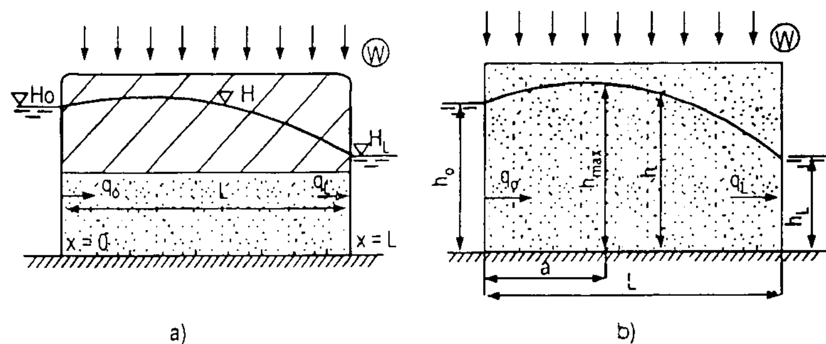
$$q_x = -T\frac{dH}{dx} = T\frac{H_0 - H_L}{L} - W\left(\frac{L}{2} - x\right) \tag{VII-62}$$

Tại x = 0 thì : $q_0 = T\frac{H_0 - H_L}{L} - W\frac{L}{2};$

Tại x = L thì: $q_L = T\frac{H_0 - H_L}{L} + W\frac{L}{2}.$

b) Sơ đồ Đuypuy :

Theo nguyên tắc biến đổi (VII-45) thì từ (VII-62) ta xác định được q_x của sơ đồ Đuypuy (*hình VII-10b*) :



Hình VII-10. *Dòng thấm đồng nhất có cường độ ngấm bổ sung (W)*
a) Sơ đồ tầng áp lực ; b) Sơ đồ Đuypuy.

$$q_x = k\frac{h_0^2 - h_L^2}{2L} - W\left(\frac{L}{2} - x\right) \qquad \text{(VII-63)}$$

Tại x = 0 thì : $q_0 = k\frac{h_0^2 - h_L^2}{2L} - W\frac{L}{2}$ và

Tại x = L thì: $q_L = k\frac{h_0^2 - h_L^2}{2L} + W\frac{L}{2}$.

Phương trình đường mực nước có dạng bậc hai :

$$h_x^2 = h_0^2 - \frac{h_L^2 - h_0^2}{L}x + \frac{W}{k}x(L - x) \qquad \text{(VII-64)}$$

Trong sơ đồ này ta xác định thêm vị trí của đỉnh phân chia dòng nước ngầm khi thấm gọi là đỉnh phân thuỷ của dòng ngầm. Vị trí tiết diện chứa đỉnh phân thuỷ cách tiết diện đầu một khoảng là a ; tại đây $q_a = 0$. Từ phương trình (VII-63) ta có :

$$k\frac{h_0^2 - h_L^2}{2L} - W\left(\frac{L}{2} - a\right) = 0$$

Vì vậy : $a = \frac{L}{2} - \frac{k}{W} \cdot \frac{h_0^2 - h_L^2}{2L}$. (VII-65)

Nếu $h_0 = h_L$ thì $a = \frac{L}{2}$, tức là đỉnh phân thuỷ ở giữa hai sông ; nếu $h_0 > h_L$ thì $a < \frac{L}{2}$. Như vậy, phụ thuộc vào quan hệ mực nước giữa hai sông, đỉnh phân thuỷ nước ngầm sẽ dịch về phía có mực nước sông cao hơn. Khi a = 0 thì có hiện tượng thấm thường xuyên từ sông có mực nước cao về sông có mực nước thấp, đây là điều kiện khống chế cao trình dâng nước trong hồ chứa để không xảy ra hiện tượng thấm mất nước.

4. Dòng thấm có dung trọng thay đổi

Các dòng thấm ở vùng ven biển, vùng khai thác nước khoáng có nước thấm thay đổi dung trọng một cách đáng kể theo không gian và thời gian. Người ta chia ra loại dòng thấm có dung trọng khác hẳn nhau (vùng thấu kính nước nhạt ở ven biển) và dòng thấm có dung trọng biến đổi một cách liên tục (nước khoáng hóa ở dưới sâu). Ở đây, ta chỉ xét trường hợp dòng thấm có dung trọng biến đổi đột biến. Cần xác định ranh giới phân chia các vùng có dung trọng khác nhau.

Trong trường hợp này, không thể chỉ xét tới áp lực thấm như là chỉ tiêu của mức năng lượng do tác dụng của trọng lực, mà cần xét thế trọng lực φ (được xác định theo biểu thức $\varphi = p + \gamma Z$, trong đó p là áp lực nước tác dụng trên tiết diện thấm ; γ - dung trọng nước ; Z - tung độ của trung tâm tiết diện thấm đối với mặt phẳng so sánh).

Ở đới có dung trọng nước là γ_i, thế trọng lực φ_i sẽ bằng :

$$\varphi_i = p + \gamma_i Z \qquad \text{(VII-66)}$$

Để đơn giản khi xác định thế trọng lực, người ta đưa ra giá trị áp lực dẫn H_i^o, trong đó :

$$H_i^o = \frac{\gamma_i}{\gamma^o} = \frac{p}{\gamma^o} + \frac{\gamma_i}{\gamma^o} Z \qquad \text{(VII-67)}$$

Ở đây, γ^o là dung trọng tính toan của nước thấm.

Trong mỗi vùng, áp lực dẫn H_i^o được mô tả bằng các phương trình vi phân như đối với dòng thấm có dung trọng không đổi. Tại giới hạn vùng i và i +1, áp lực dẫn H_i^o và H_{i+1}^o sẽ là :

$$H_i^o = \frac{p}{\gamma^o} + \frac{\gamma_i}{\gamma^o} Z_{gh} \qquad \text{(VII-68)}$$

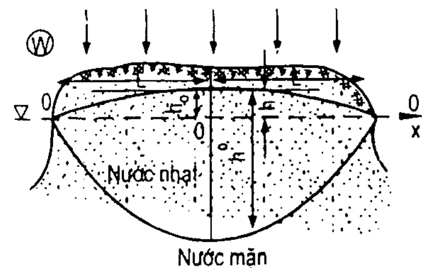
$$H_{i+1}^o = \frac{p}{\gamma^o} + \frac{\gamma_{i+1}}{\gamma^o} Z_{gh}$$

Trong đó: Z_{gh} là tung độ của giới han phân chia vùng. Độ chênh áp lực dẫn H_i^o và H_{i+1}^o sẽ là :

$$H_i^o - H_{i+1}^o = \frac{\gamma_i - \gamma_{i+1}}{\gamma^o} Z_{gh} \qquad \text{(VII-69)}$$

Điều đó chứng tỏ áp lực dẫn trên giới hạn phân chia các vùng có dung trọng khác nhau là gián đoạn: mức gián đoạn tùy theo giá trị tung độ của các điểm trên mặt phân chia.

Bây giờ chúng ta hãy giải bài toán (với tính chất là ví dụ) trong trường hợp có một thấu kính nước nhạt tồn tại ở đảo, bao quanh là nước biển, có hình dạng kéo dài và được nước mưa ngấm xuống bổ sung cho nước dưới đất với cường độ là W (*hình VII-11*). Cần xác định ranh giới phân chia vùng nước nhạt và nước mặn tức là tìm được độ sâu thấu kính nước nhạt ở một tiết diện bất kỳ.



Hình VII-11. *Thấu kính nước nhạt trên đảo.*

Dòng thấm gồm có vùng nước nhạt với dung trọng γ_{nh} và vùng nước mặn với dung trọng γ_m . Đặt $\gamma_{nh} = \gamma^o$, trị số áp lực H_{nh}^o và H_m^o của nước nhạt và nước mặn ở trên giới hạn phân chia của thấu kính theo điều kiện (VII-69) có dạng :

$$H_{nh}^o - H_m^o = \frac{\gamma^o - \gamma_m}{\gamma^o} Z_{gh} \qquad \text{(VII-70)}$$

Giả thiết là nước biển không chuyển động và lấy mặt nước biển là mặt phẳng so sánh thì $H_m^o = 0$. Ta biết rằng kích thước thấu kính trên mặt bằng lớn hơn nhiều so với bề dày

của nó, nên có thể coi bên trong thấu kính, áp lực là cố định theo phương thẳng đứng (thoả mãn giả thiết của Đuypuy) và vì vậy áp lực H^o_{nh} trên mặt giới hạn ở tiết diện bất kỳ bằng độ cao mực nước trên mặt h của thấu kính (so với mặt biển). Như vậy, $Z_{gh} = h - h^o$, trong đó h^o là độ sâu của thấu kính ở tiết diện xét, và điều kiện (VII-70) có dạng: $h = \frac{\gamma_m - \gamma^o}{\gamma^o}(h^o - h)$, ta có công thức xác định độ sâu của thấu kính nước nhạt :

$$h^o = \frac{\gamma_m}{\gamma_m - \gamma^o} h = \frac{h}{\overline{\Delta\gamma}} \qquad \text{(VII-71)}$$

Trong đó : $\overline{\Delta\gamma} = \frac{\gamma_m - \gamma^o}{\gamma_m}$.

Thường dung trọng nước nhạt và nước mặn không khác nhau nhiều nên trị số h^o lớn hơn h nhiều. Ví dụ khi nước biển có $\gamma_m = 1{,}02\, g/cm^3$, nước nhạt có $\gamma_{nh} = 1\, g/cm^3$, vì $\gamma^o = \gamma_{nh}$ nên tính ra $h^o = 51h$.

Để xác định độ cao mực nước h, ta viết biểu thức xác định lưu lượng q ở tiết diện x bất kỳ :

$$q = -kh^o \frac{dh}{dx} \qquad \text{(VII-72)}$$

Ở đây, thay h^o bằng h theo công thức (VII-71) và biết rằng q = Wx, ta có phương trình sau :

$$Wx = -k\frac{h}{\overline{\Delta\gamma}}.\frac{dh}{dx} = -\frac{k}{\overline{\Delta\gamma}}.\frac{dh^2}{dx} \qquad \text{(VII-73)}$$

Sau khi phân ly biến số rồi tích phân phương trình (VII-73) sẽ được :

$$h^2 = \frac{-\overline{\Delta\gamma}W}{k}x^2 + C \qquad \text{(VII-74)}$$

Trong đó *C* là hằng số dẫn, được xác định theo điều kiện xuất lộ dòng thấm vào biển. Bỏ qua sức kháng của đáy biển sẽ có :

$h = 0$ khi $x = L$, từ đó $C = \frac{\overline{\Delta\gamma}WL^2}{k}$ và phương trình (VII-74) có dạng :

$$h^2 = \frac{\overline{\Delta\gamma}W}{k}(L^2 - x^2), \text{ do vậy :}$$

$$h = \sqrt{\frac{\overline{\Delta\gamma}W}{k}(L^2 - x^2)} \qquad \text{(VII-75)}$$

Trường hợp đặc biệt, khi $x = 0$, ta được giá trị $h_{max} = h_0$

$$h_0 = L\sqrt{\frac{\overline{\Delta\gamma}W}{k}} \quad \text{(VII-76)}$$

Kết hợp (VII-70) và (VII-75) sẽ xác định được độ sâu của thấu kính nước nhạt ở tiết diện x bất kỳ :

$$h^0 = \sqrt{\frac{W(L^2 - x^2)}{k\overline{\Delta\gamma}}} \quad \text{(VII-77)}$$

2.2. Tính toán cho dòng thấm dưới hồ chứa và các công trình dâng nước

1. Dòng thấm dưới hồ chứa

Dòng thấm dưới hồ chứa thường là dòng thấm phẳng đứng, đường dòng biến dạng mạnh theo phương thẳng đứng do áp lực cản của đáy hồ. Khả năng mất nước của hồ là do hiện tượng nước thấm dưới đáy hồ. Người ta chia ra làm 2 thời kỳ thấm là thời kỳ thấm tự do và thời kỳ thấm theo.

Hiện tượng thấm tự do xảy ra ngay sau khi hồ chứa bắt đầu làm việc, nhằm làm bão hoà đất đá dưới đáy hồ, khi dưới đáy hồ có một lớp thấm nước yếu và mực nước ngầm nằm thấp hơn đáy của lớp đó (*hình VII-12*).

Nếu coi dòng thấm ở trong lớp thấm yếu theo phương thẳng đứng thì khi áp lực trong hồ là H_0 và ở đáy lớp thấm yếu là Z_d (vì không khí lọt vào tới đáy, nên áp lực ở đáy bằng áp lực khí quyển), gradien dòng thấm sẽ là:

$$J = \frac{H_0 - Z_d}{m_0} = \frac{h_0 + m_0}{m_0} = \frac{h_0}{m_0} + 1$$

và vận tốc thấm tầng:

$$v_0 = k_0\left(1 + \frac{h_0}{m_0}\right) \quad \text{(VII-78)}$$

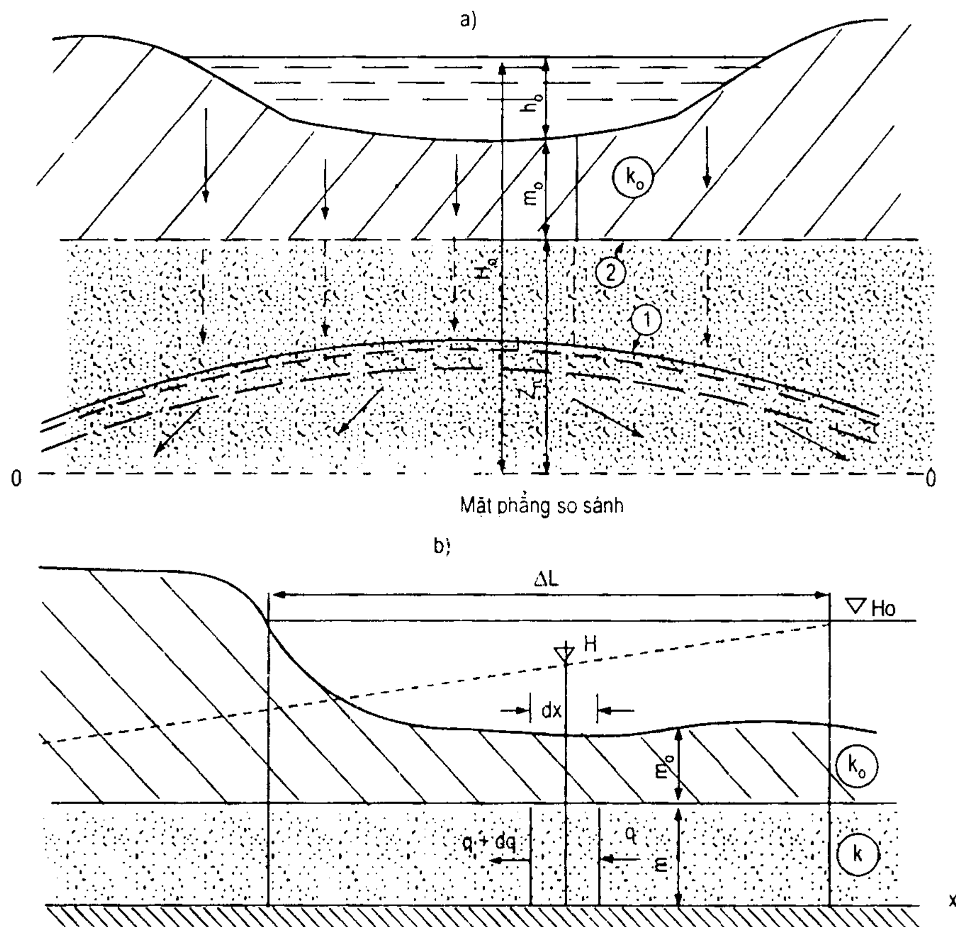
Trong đó : m_0 - bề dày lớp thấm yếu; h_0 - bề dày lớp nước trong hồ.

Tổng lượng nước mất đi Q_{ng} do thấm của hồ chứa, khi đáy hồ có diện tích là F_d cố định và độ sâu h_0 như nhau sẽ là:

$$Q_{ng} = v_0.F_d \quad \text{(VII-79)}$$

Khi đáy hồ có cấu tạo không giống nhau thì có thể chia ra các vùng có h_0 và v_0 bằng nhau để tính rồi cộng lại.

Hiện tượng thấm theo xảy ra khi mực nước dưới đất dâng cao chiếm cả lớp thấm nước, tạo nên một môi trường thấm liên tục từ đáy nguồn tới dòng thấm dưới đất. Xét trường hợp đáy hồ có cấu tạo hai lớp, lớp dưới thấm nước tốt có độ dẫn T = km, lớp trên thấm yếu có bề dày m_0, hệ số thấm k_0 (*hình VII-12b*), từ đó hãy xác định lưu lượng thấm đơn vị của hồ chứa.



Hình VII-12. *Sơ đồ dòng thấm dưới đáy hồ*
a) Thấm tự do; 1. Mặt nước ngầm; 2. Đáy lớp thấm yếu. b) Thấm theo

Ở đây ta coi như hồ kéo dài theo sông, nên bài toán thấm là thấm phẳng đứng và ta tách ra một phân tố dòng thấm dài dx của lớp dưới, có lưu lượng đi vào là q, đi ra là q+dq (do nhận thêm một lượng nước thấm từ đáy hồ qua lớp thấm yếu là dq) được xác định theo hình VII-12b như sau:

$$dq = k_0 \frac{H - H_0}{m_0} dx$$

Trong đó : H_0 - áp lực của nước trong hồ; H - áp lực nước dưới đất của phân tố xét.

Phương trình cân bằng sẽ là:

$$q + dq = q + k_0 \frac{H - H_0}{m_0} dx \qquad \text{(VII-80)}$$

tức là :

$$\frac{dq}{dx} = k_0 \frac{H - H_0}{m_0} \qquad \text{(VII-81)}$$

Mặt khác, theo (VII-41) ta có $q = -T\frac{dH}{dx}$ (với T = km). Đưa biểu thức này vào (VII-81) sẽ được :

$$\frac{d^2H}{dx^2} + b^2(H_0 - H) = 0 \qquad \text{(VII-82)}$$

Trong đó : $b = \sqrt{\frac{k_0}{m_0 T}}$ được gọi là hệ số thấm qua.

Phương trình (VII-82) là phương trình vi phân bậc hai thông thường. Nếu áp lực H lớn hơn áp lực của mực nước hồ chứa H_0, thay $\Delta H = H - H_0$ thì (VII-82) có dạng :

$$\frac{d^2\Delta H}{dx^2} - b^2\Delta H = 0 \qquad \text{(VII-83)}$$

Khi hồ chứa có bề rộng vô hạn, với giả thiết là tại x = 0 thì $H = H_0$ và $\Delta H = \Delta H_0 = H_{01} - H_0$, còn tại $x = \infty$ thì $H = H_0$ và $\Delta H_\infty = 0$ và lời giải của phương trình vi phân bậc hai (VII-83) có dạng :

$$\Delta H = \Delta H_0 e^{-bx} \qquad \text{(VII-84)}$$

Từ đó, biểu thức tính áp lực :

$$H = H_{01} + \Delta H = H_0 + \Delta H_0 e^{-bx} \qquad \text{(VII-85)}$$

Thay (VII-85) vào (VII-41) ta tìm được lưu lượng đơn vị q_0 tại tiết diện vào $(x = 0)$, chú ý là $e^{-bx} = 1$ khi $(x = 0)$:

$$q_0 = -T\frac{dH}{dx}\bigg|_{x=0} = bT(H_{01} - H_0) \qquad \text{(VII-86)}$$

Mối quan hệ giữa lưu lượng dòng thấm ở đường viền hồ chứa với tổn thất áp lực ở đáy hồ có thể nhận được một cách tương đương nếu ta kéo dài đường viền của hồ ra khỏi bờ một khoảng cách ΔL, tức là thay sức cản của đáy hồ bằng sức cản tương đương của vùng thấm phẳng đứng có chiều dài ΔL. Dĩ nhiên, lưu lượng đơn vị dòng thấm trong phạm vi vùng có chiều dài ΔL sẽ là :

$$q_0 = T\frac{H_{01} - H_0}{\Delta L} \qquad \text{(VII-87)}$$

So sánh (VII-86) và (VII-87) ta thấy có thể chuyển từ công thức này sang công thức kia nếu đặt :

$$\Delta L = \frac{1}{b} = \sqrt{\frac{m_0 T}{k_0}} \qquad \text{(VII-87a)}$$

ΔL đặc trưng cho sức cản thấm ở đáy hồ và chỉ phụ thuộc cấu tạo của đáy hồ. Trường hợp đáy hồ có cấu tạo hai lớp, rất dễ dàng xác định ΔL. Ví dụ nếu $m_0 = 5m$; $k_0 = 0{,}01 m/ngđ$; m = 20*m* và k = 20 *m/ngđ* thì :

$$\Delta L = \sqrt{\frac{5.20.20}{0{,}01}} = 450m$$

Các tính toán cho dòng thấm dưới hồ chứa đã trình bày trên có thể được sử dụng để tính thấm cho sông ngòi, kênh đào, vùng tưới...

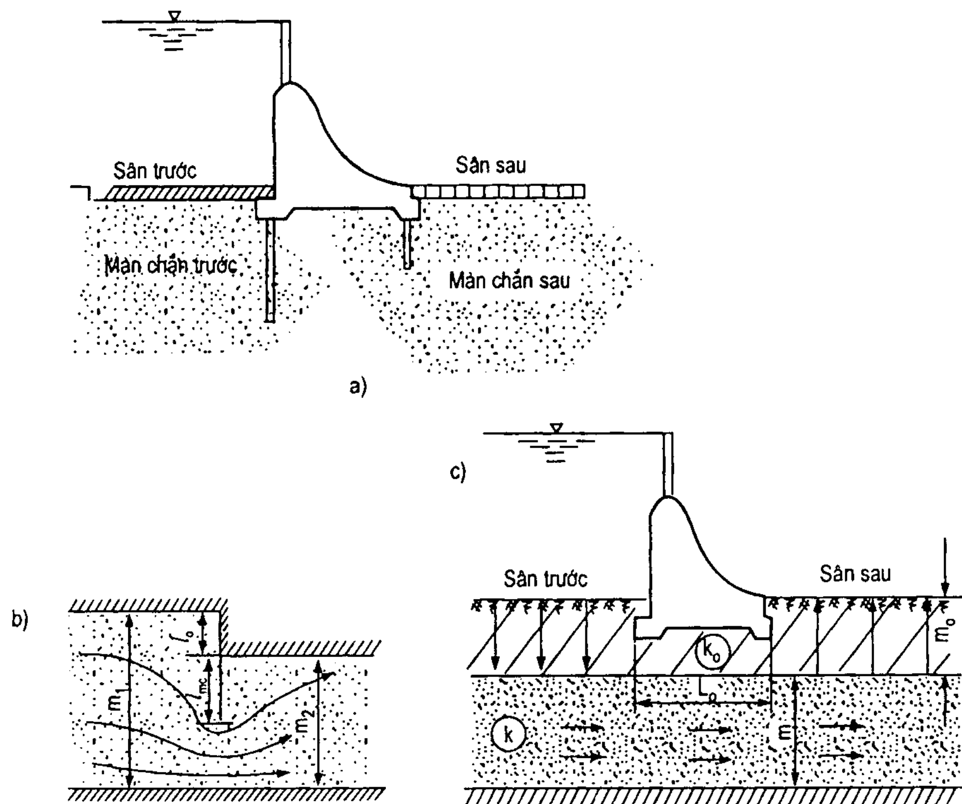
2. Dòng thấm dưới công trình dâng nước

Các công trình dâng nước như đập chắn, trạm bơm, đê ngăn lũ... tạo nên độ chênh lệch cột nước ở trước và sau công trình nên đã làm xuất hiện những dòng thấm mới. Thông thường có thể phân biệt ra hai dạng dòng thấm là dòng thấm dưới công trình và dòng thấm vòng quanh công trình.

Dòng thấm dưới công trình có thể là phẳng đứng, còn vòng quanh công trình là phẳng ngang. Chỉ trong trường hợp khi đập khá cao được xây dựng trong thung lũng sông hẹp thì các dòng thấm dưới và vòng quanh đập có quan hệ lẫn nhau hình thành dòng thấm không gian phức tạp. Trong nội dung trình bày dưới đây chỉ đề cập đến dòng thấm phẳng đứng dưới công trình, còn dòng thấm vòng qua vai công trình xem ở các sách chuyên đề.

Việc nghiên cứu thấm dưới công trình nhằm xác định lượng nước thấm qua nền, tính áp lực tác dụng lên công trình và ổn định thấm của công trình. Ở đây ta chỉ thành lập biểu thức tính lưu lượng thấm dưới công trình.

Bài toán thấm dưới công trình thường bị phức tạp thêm bởi cấu tạo đáy móng và các kết cấu chống thấm cho nền (*hình VII-13*).



Hình VII-13. *Sơ đồ dòng thấm dưới công trình dâng nước*
a) Kết cấu của đập chắn ; b) Màn chắn dưới tấm đáy ; c) Nền đập cấu tạo hai lớp.

Bài toán thấm phẳng đứng này hiện nay đã được giải bằng nhiều cách khác nhau. Ở đây ta dùng cách giải kết hợp giữa thực nghiệm với phân tích sức cản thấm đối với một số trường hợp thường gặp để xác định lưu lượng đơn vị thấm dưới công trình.

Theo (VII-38) sức cản thấm cho mỗi vùng của dòng thứ *i* :

$$\Phi_i = \frac{\Delta H_i}{q} \qquad \text{(VII-88)}$$

Trong đó : ΔH_i là tổn thất áp lực của vùng cản thấm Φ_i để cho lưu lượng q đi qua.

Khi nền đồng nhất có hệ số thấm *k* để đơn giản người ta thay sức cản thấm Φ bằng sức cản thấm không thứ nguyên $\overline{\Phi}$:

$$\overline{\Phi}_i = k\Phi_i = \frac{k\Delta H_i}{q} \qquad \text{(VII-89)}$$

Nếu đường viền dưới móng công trình không có các thiết bị thoát nước bên trong thì độ chênh áp lực ở trước và sau công trình bằng tổng tổn thất ở các khu vực dọc theo đường viền :

$$\Delta H = \sum \Delta H_i = q\sum \Phi_i = \frac{q}{k}\sum \overline{\Phi}_i \qquad \text{(VII-90)}$$

Lưu lượng đơn vị của dòng thấm dưới công trình sẽ là :

$$q = \frac{\Delta H}{\sum \Phi_i} = k\frac{\Delta H}{\sum \overline{\Phi}_i} \qquad \text{(VII-91)}$$

Sức cản thấm không thứ nguyên $\overline{\Phi}$ tại các vùng cục bộ của dòng thấm được xác định bằng phân tích thuỷ lực và cơ học chất lỏng như sau :

Trong vùng dòng thấm đồng nhất có chiều dài *L* và diện tích mặt cắt bằng độ dày *m* của tầng thì theo định luật Đacxi :

$$q = \frac{km\Delta H}{L} \qquad \text{(VII-92)}$$

và giá trị của sức cản thấm : $\Phi_L = \dfrac{L}{km}$

Ở khu vực vào và ra tại chỗ ngoặt của dòng thấm, bậc màn chắn... sẽ tạo sức cản cục bộ, nói chung $\Phi_{vào} = \Phi_{ra}$ *(hình VII-13b).*

Khi không có bậc ($l_0 = 0$, $m_1 = m_2 = m$) thì sức cản thấm không thứ nguyên $\overline{\Phi}$ được xác định theo S.N. Numerov :

$$\overline{\Phi}_{vào} = -\frac{4}{\pi}\ln\sin\left[\frac{4}{\pi}\left(1 - \frac{l_{mc}}{m}\right)\right] \qquad \text{(VII-93)}$$

Khi có bậc ($m_1 \neq m_2$), theo R.R Trugaev có :

$$\overline{\Phi}_{vào} = 0{,}44 + 2\frac{l_{mc}}{m_1} + \left(0{,}85 + 4\frac{l_{mc}}{m_1}\right)\left(1 - \frac{m_2}{m_1}\right) \qquad \text{(VII-94)}$$

khi $l_0 = 0$, $l_{mc} = 0$ và $m_1 = m_2$ thì $\overline{\Phi}_{vào} = 0{,}44$.

Đối với màn chắn không thấm dưới tấm đáy (*hình VII-13b*), khi $l_0 = 0$ thì sức cản thấm không thứ nguyên của màn chắn $\overline{\Phi}_{mc}$:

$$\overline{\Phi}_{mc} = -\frac{4}{\pi}\ln\cos\left(\frac{\pi}{2}\cdot\frac{l_{mc}}{m}\right) \qquad \text{(VII-95)}$$

còn khi $l_{mc} < 0{,}4m_2$ và các bề dày thấm m_1 và m_2 không lớn hơn nhau 1,5 lần thì :

$$\overline{\Phi}_{mc} = 2\frac{l_{mc}}{m_1} + \left(0{,}85 + 4\frac{l_{mc}}{m_1}\right)\left(1 - \frac{m_2}{m_1}\right) \qquad \text{(VII-96)}$$

Khi màn chắn hoàn chỉnh với chiều dài tính toán là δ_{mc} và có hệ số thấm là k_{mc} thì :

$$\Phi^{o}_{mc} = \frac{\delta_{mc}}{k_{mc}m}; \quad \overline{\Phi}^{o}_{mc} = \frac{k}{k_{mc}}\cdot\frac{\delta_{mc}}{m} \qquad \text{(VII-97)}$$

Ở nền có cấu tạo hai lớp, lớp trên thấm yếu (*hình VII-13d*) thì sức cán ở khu vực vào và ra có thể xác định từ lời giải đối với dòng thấm dưới đáy hồ có bề rộng vô cùng, với T = km có :

$$\Phi_{vào} = \frac{H_0 - H^0}{q_0} = \frac{\Delta L}{km} \qquad \text{(VII-98)}$$

$$\overline{\Phi}_{vào} = \frac{\Delta L}{m}$$

Trong đó: ΔL xác định theo (VII-87a). Giá trị T tính toán ở trong công thức (VII-91) khi này lấy bằng km vì bỏ qua độ dẫn của lớp trên.

Đối với dòng thấm phức tạp hơn, cần phải lập mô hình thực nghiệm hoặc tính toán tương tự theo các kết quả thực nghiệm, tham khảo ở sách chuyên đề.

§3. TÍNH TOÁN CHO DÒNG THẤM GẦN GIẾNG KHOAN ĐỨNG

3.1. Đặc trưng của dòng thấm gần giếng khoan đứng

Khi nghiên cứu tính thấm nước của đất đá, khai thác nước dưới đất, xác định các thông số của dòng thấm, đặc tính của nước thấm... ta thường tiến hành hút hoặc ép nước trong các hố khoan, hình thành giếng hút nước hoặc ép nước. Các giếng có thể thẳng, cong, đứng, xiên... để đơn giản ta chỉ xét cho trường hợp giếng thẳng đứng, vuông góc với các tầng chứa nước.

Phương trình dòng thấm ở vùng gần giếng có liên quan chặt chẽ đến cấu tạo của giếng. Đối với giếng hút nước, để đảm bảo điều kiện làm việc bình thường phải cấu tạo ống lọc.

Khi ống lọc choán hết chiều dày tầng chứa nước là giếng hoàn chỉnh, ngược lại là giếng không hoàn chỉnh.

Một giếng đứng khi hút nước thì mực nước hay mực áp lực ở vùng gần giếng hạ thấp, hình thành hình phễu hạ thấp mực nước hay mực áp lực (*hình VII-14*). Bán kính vùng hạ thấp gọi là bán kính ảnh hưởng *R*. Về lý thuyết thì trị số của bán kính ảnh hưởng *R* sẽ tăng đến vô cùng theo thời gian hút nước. Tuy nhiên, trong thực tế *R* là một đại lượng xác định trong những điều kiện cụ thể của hố khoan và tầng chứa nước, thời gian hút, ép nước....

Giá trị của bán kính ảnh hưởng phụ thuộc vào nhiều yếu tố như hệ số thấm, độ cấp nước và bề dày của tầng chứa nước, trị số hạ thấp mực nước trong giếng, điều kiện cung cấp và quan hệ thuỷ lực của lớp chứa nước này với các lớp chứa nước nằm trên và dưới. Do vậy, thực tế thường xác định gần đúng *R* theo các công thức sau :

Khi hút nước trong lớp cát, thường xác định R (tính bằng mét) theo công thức của I.P. Kuxakin :

$$R = 2S\sqrt{Hk} \qquad \text{(VII-99)}$$

Trong đó : S - trị số hạ thấp mực nước trong giếng (*m*) ; H - bề dày tầng chứa nước không áp hoặc trị số áp lực của lớp có áp (*m*) ; k - hệ số thấm của đất (*m/ng.đ*).

Zikbard đề nghị xác định R cho dòng thấm ổn định tới giếng theo công thức kinh nghiệm :

$$R = 10S\sqrt{k} \qquad \text{(VII-100)}$$

R được tính bằng mét, các ký hiệu khác giống (VII-99).

Trị số R xác định theo công thức (VII-100) khá chính xác khi tầng chứa nước có bề dày lớn. Công thức này cũng dùng để tính *R* cho nước có áp.

Thường thì hình phễu hạ thấp có dạng tròn xoay hoặc đối xứng qua một mặt phẳng đứng song song với dòng thấm ban đầu. Đối với giếng ép nước hay đổ nước thì hình phễu có dạng ngược lại (phễu úp ngược).

Trên mặt cắt, hình phễu hạ thấp được biểu thị bằng đường cong hạ thấp mực nước. Càng gần giếng, độ dốc của đường cong này càng lớn. Nếu mực nước dưới đất trước khi hút nằm ngang thì hình phễu hạ thấp mực nước biểu thị trên mặt cắt là hai đường cong đối xứng, còn trên mặt bằng là những đường tròn đồng tâm (tâm của những đường tròn này trùng với tâm của giếng). Các đường dòng trên mặt bằng sẽ theo hướng các bán kính của đường tròn. Do vậy dòng thấm gần giếng là dòng thấm hội tụ - phóng xạ, đối xứng qua trục giếng.

Khi nước thấm qua vách giếng, do tiết diện thu hẹp ; do cản bởi lọc... mà tổn thất cột nước lớn. Vì vậy, mực nước ở trong giếng thường thấp hơn mực nước ở vách giếng. Độ chênh lệch Δh đó gọi là bước nhảy mực nước. Trị số Δh tăng lên khi hút nước với cường độ lớn. Vì vậy, khi tính toán chính xác phải xét tới bước nhảy mực nước Δh này. Việc bỏ qua Δh trong khi tính toán có thể dẫn đến những sai số rất lớn, nhất là khi hút nước trong hố khoan có lưới lọc với lưu lượng lớn. Chỉ khi trị số hạ thấp mực nước nhỏ mới coi mực

nước trong giếng và ở vách là trùng nhau, đây cũng là giả thiết trong các tính toán sau đây của chúng ta.

Giếng có thể đặt trong tầng có áp lực hay không có áp lực và được gọi là giếng có áp và giếng không áp. Thường các giếng làm việc độc lập với nhau, là các giếng đơn. Khi các giếng ở gần nhau có phạm vi ảnh hưởng chung ta có giếng tác dụng tương hỗ.

Sau đây chúng ta sẽ thành lập phương trình tính toán lưu lượng, đường cong mực nước hay mực áp lực cho dòng thấm tới giếng đơn hoàn chỉnh và không hoàn chỉnh, nhóm giếng tác dụng tương hỗ và giếng hút nước gần sông. Trong các trường hợp tính toán này, ta đều giả thiết là dòng thấm ổn định, mặt nước (hoặc mặt áp lực) nằm ngang, tầng thấm đồng nhất có đáy cách nước nằm ngang ; nước có áp lực thì bề dày *m* của tầng chứa nước không đổi.

3.2. Dòng thấm tới giếng đơn hoàn chỉnh

1. Trường hợp giếng có áp

Khi hút nước, lưu lượng chảy vào giếng qua các mặt hình trụ bao quanh giếng (*hình VII-14a*). Bề rộng *B* của dòng thấm khi mặt hình trụ cách tâm giếng một đoạn r sẽ là $B = 2\pi r$ và lưu lượng Q = qB, trong đó q là lưu lượng đơn vị được xác định theo công thức (VII-28) với $J = \frac{dH}{dr}$, do vậy :

$$Q = 2\pi r T \frac{dH}{dr} \qquad \text{(VII-101)}$$

Tiến hành phân ly biến số và lấy tích phân từ tiết diện $r = r_g$ (ở đó $H = H_g$) đến tiết diện r có áp lực H ta nhận được phương trình đường cong áp lực của dòng thấm có áp tới giếng :

$$H - H_g = \frac{Q}{2\pi T} \ln \frac{r}{r_g} \qquad \text{(VII-102)}$$

Thay r = R và $H = H_0$ phương trình (VII-102) sẽ có dạng :

$$H_0 - H_g = \frac{Q}{2\pi T} \ln \frac{R}{r_g} \qquad \text{(VII-103)}$$

đây là phương trình Đuypuy ; trong đó : r_g - bán kính giếng ; R - bán kính ảnh hưởng ; H_g - mực áp lực trong giếng ; H_0 - mực áp lực của tầng chứa nước trước khi hút nước.

Phương trình xác định lưu lượng Q của giếng suy từ (VII-103) có dạng :

$$Q = \frac{2\pi T(H_0 - H_g)}{\ln \frac{R}{r_g}} = \frac{2\pi T S_g}{\ln \frac{R}{r_g}} \qquad \text{(VII-104)}$$

Trong đó : S_g - trị số hạ thấp mực nước trong giếng.

2. Trường hợp giếng không áp

Đối với dòng thấm không áp (*hình VII-14c*) thì độ dẫn T thay đổi theo sự dao động mực nước. Nếu đáy cách nước nằm ngang thì phương trình dòng thấm tới giếng có thể xác định theo (VII-102) bằng cách thay H bằng $0,5h^2$ và T bằng k :

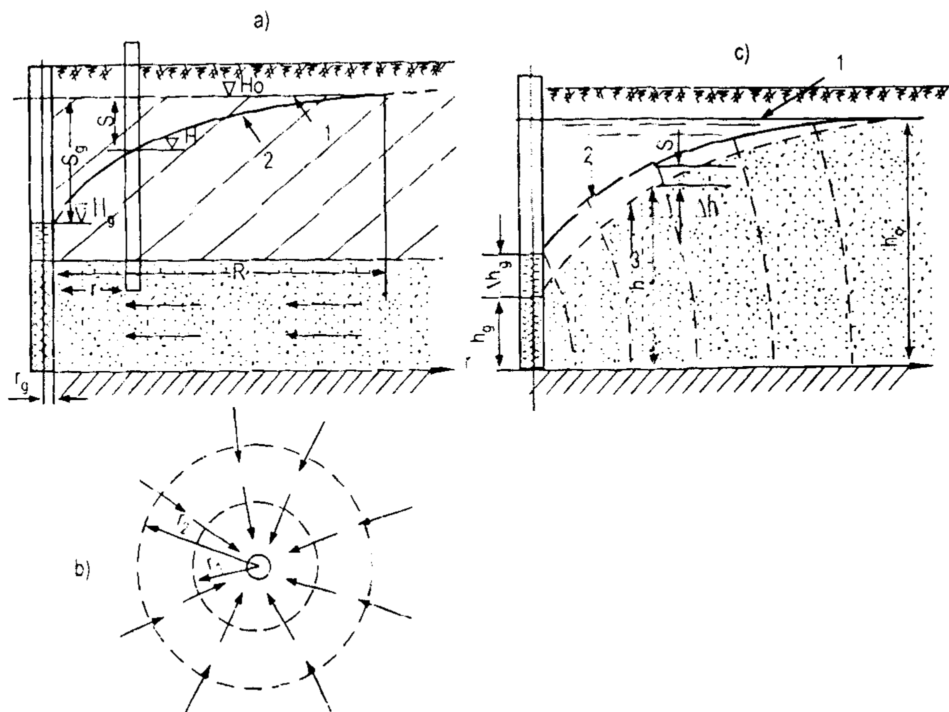
$$h^2 - h_g^2 = \frac{Q}{\pi k}\ln\frac{r}{r_g} \qquad \text{(VII-105)}$$

hoặc là :

$$h = \sqrt{h_g^2 + \frac{Q}{\pi k}\ln\frac{r}{r_g}}$$

Đây là phương trình đường cong mực nước của dòng không áp thấm tới giếng. Còn từ (VII-105) ta tính được lưu lượng giếng :

$$Q = \frac{\pi k(h^2 - h_g^2)}{\ln\frac{r}{r_g}} \qquad \text{(VII-106)}$$



Hình VII-14. *Dòng thấm ở gần giếng khoan*

a) và b) Dòng thấm có áp trên mặt cắt đứng và mặt bằng ; c) Dòng thấm không áp

1. Mực nước tĩnh ; 2. Mực nước hạ thấp ; 3. Mực nước của dòng thấm không áp được tính theo phương trình Đuypuy.

Cũng thay tương tự cho sơ đồ Ghirinxki ta có :

$$G - G_g = \frac{Q}{2\pi} \ln \frac{r}{r_g} \tag{VII-107}$$

Trong đó: G và G_g là giá trị của hàm Ghirinxki tại mặt cắt r và ở vách giếng.

3.3. Dòng thấm tới giếng đơn không hoàn chỉnh

Trong thực tế phổ biến hơn cả là giếng không hoàn chỉnh. Dòng thấm tới giếng không hoàn chỉnh khá phức tạp.

Trường hợp mức độ không hoàn chỉnh thấp, với dòng thấm tới gần giếng có thể sử dụng phương trình dòng thấm tới giếng hoàn chỉnh (VII-104), (VII-106) rồi thêm vào hệ số hiệu chỉnh α :

$$Q_{kh} = \alpha Q_{hc} \tag{VII-108}$$

Trong đó : Q_{kh} - lưu lượng giếng không hoàn chỉnh ; Q_{hc} - lưu lượng giếng hoàn chỉnh ; α - hệ số giảm lưu lượng ($\alpha < 1$), xác định gần đúng bằng tỷ số chiều sâu ngập của giếng : $\alpha = \frac{h_{kh}}{h_{hc}}$.

Như vậy, trong cùng điều kiện như nhau, lưu lượng của giếng không hoàn chỉnh nhỏ hơn giếng hoàn chỉnh là vì ở gần đáy giếng không hoàn chỉnh, đường dòng bị kéo dài và có mật độ lớn nên dòng thấm chịu lực cản lớn hơn khi chảy vào giếng hoàn chỉnh. Muốn cho lưu lượng bằng nhau, tại giếng không hoàn chỉnh phải hút nước với trị số hạ thấp mực nước lớn hơn.

Trường hợp chung nhất là dựa vào điều kiện kết cấu, đặc tính hình học của ống lọc và bề dày lớp chứa nước mà tính toán cho phù hợp; còn thông thường để tính toán cho giản tiện, người ta phân giếng không hoàn chỉnh thuộc về một trong hai dạng cấu tạo chủ yếu sau đây:

1. Giếng hút nước là một điểm

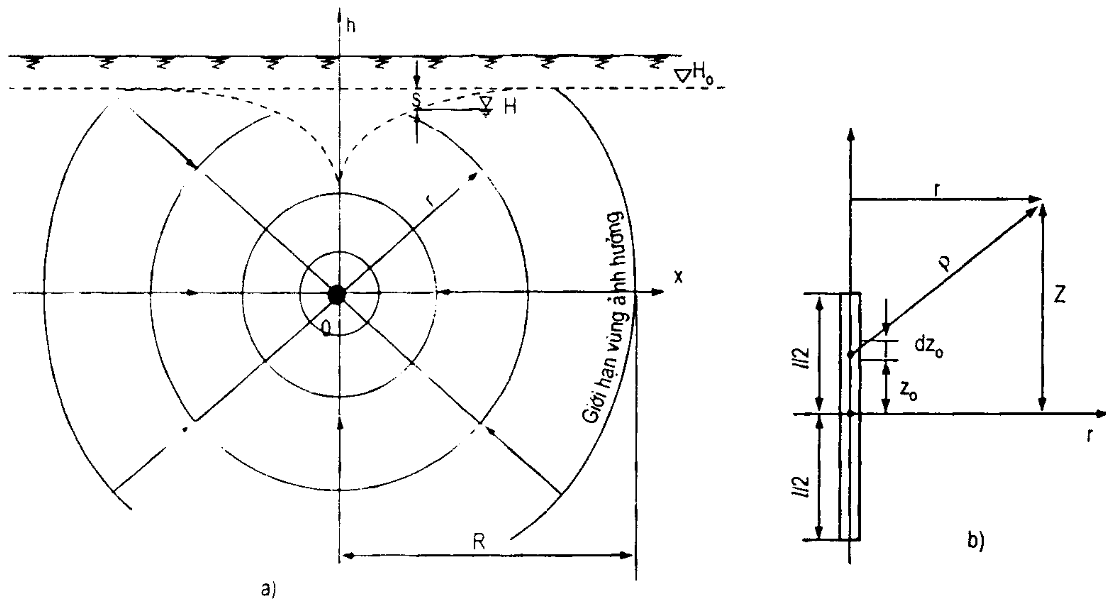
Nếu chiều dài ống lọc quá nhỏ lại ở trong tầng thấm nước dày, thì thực tế có thể coi giếng là một điểm hút nước trong không gian thấm vô hạn. Dòng thấm có dạng cầu (*hình VII-15a*), đường dòng là những đường thẳng hướng tâm, còn mặt cùng áp lực là những mặt cầu có tâm là điểm hút nước.

Tại một mặt cầu cách tâm một đoạn r, có diện tích $\omega = 4\pi r^2$, gradien thấm $J = \frac{dH}{dr}$, lưu lượng thấm Q qua mặt cầu đó theo định luật Đacxi :

$$Q = 4\pi r^2 k \frac{dH}{dr} \tag{VII-109}$$

Phân ly biến số rồi tích phân theo r phương trình (VII-109), ta có :

$$H = \frac{Q}{4\pi k} \cdot \frac{1}{r} + C \tag{VII-110}$$



Hình VII-15. *Mô hình dòng thấm tới giếng đơn không hoàn chỉnh.*
a) Giếng hút nước là một điểm ; b) Giếng hút nước là một đường.

Khi $r \to \infty$ thì $H = H$, nên $C = H_0$; và độ giảm áp lực S của dòng thấm hình cầu được xác định theo :

$$S = H_0 - H = \frac{Q}{4\pi kr} \qquad \text{(VII-111)}$$

Từ (VII-111) xác định biểu thức tính lưu lượng của giếng hình cầu có bán kính r_0 :

$$Q = 4\pi k r_0 S_0 \qquad \text{(VII-112)}$$

Ở đây : S_0 - độ giảm áp lực trong giếng so với áp lực H_0 của tầng chứa nước.

2. Giếng hút nước là một đường

Trường hợp ống lọc của giếng có chiều dài khá lớn thì có thể xem giếng hút nước như một đường thu nước có chiều dài l (*hình VII-15b*). Khi đó, ở một phân tố giếng hút nước dài dr_0 cách trung tâm giếng một đoạn z_0, sẽ có lưu lượng bằng tổng lưu lượng các nguồn điểm Q tức là bằng Qdz_0 . Tương ứng với phương trình (VII-111), trị số hạ thấp dS của dòng điểm :

$$dS = \frac{Qdz_0}{4\pi k\rho} \qquad \text{(VII-113)}$$

Trong đó : $\rho = \sqrt{r^2 + (z - z_0)^2}$

Trị số hạ thấp mực nước chung S do tác dụng của dòng đường tìm được bằng cách tích phân phương trình (VII-113) từ $z_0 = -0,5l$ đến $z_0 = +0,5l$ tức là :

$$S = \frac{Q}{4\pi kl} \int_{-0,5l}^{+0,5l} \frac{dz_0}{\sqrt{r^2 + (z - z_0)^2}} \qquad \text{(VII-114)}$$

Đặt . $z - z_0 = \xi$, ta có :

$$S = \frac{Q}{4\pi k l}.\bar{S}(z,r,l) \qquad \text{(VII-115)}$$

Trong đó : $\bar{S}(z,r,l) = \int_{z-0,5l}^{z+0,5l} \frac{d\xi}{\sqrt{r^2 + \xi^2}} = \text{Arsh}\frac{z + 0,5l}{r} - \text{Arsh}\frac{z - 0,5l}{r}$ là trị số hạ thấp áp lực tương đối.

Khi giếng quan sát có ống lọc ngắn, được đặt tại một điểm trên mặt phẳng ngang đi qua điểm giữa ống lọc của giếng hút nước, thì z = 0 và phương trình (VII-115) có dạng :

$$S = \frac{Q}{2\pi k l}\text{Arsh}\frac{l}{2r} \qquad \text{(VII-116)}$$

Trong đó : r - khoảng cách từ giếng hút nước đến giếng quan sát ; S - trị số hạ thấp mực nước trong giếng quan sát.

Bởi vì $\text{Arsh}\,x = \ln[x + \sqrt{x^2 + 1}] \approx \ln 2x$, nên ở phương trình (VII-116) sau khi thay giá trị gần đúng của $\text{Arsh}\frac{l}{2r} \approx \ln\frac{l}{r}$ ta được :

$$S = \frac{Q}{2\pi k l}\ln\frac{l}{r} \qquad \text{(VII-117)}$$

từ đó :

$$Q = \frac{2\pi k l S}{\ln\frac{l}{r}}$$

3.4. Dòng thấm ở vùng có nhóm giếng tác dụng tương hỗ

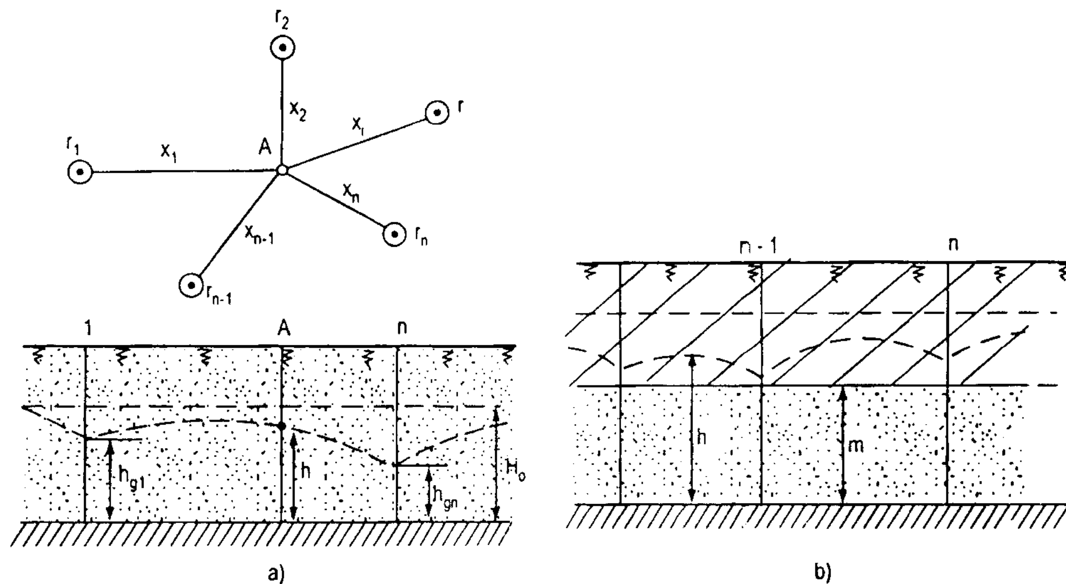
Trong thực tế, cung cấp nước hay hạ thấp mực nước để thi công hố móng và các công trình ngầm... ta thường sử dụng nhiều giếng hút nước đồng thời trong một tầng chứa nước. Khi khoảng cách các giếng nhỏ hơn bán kính ảnh hưởng của mỗi giếng thì các giếng có tác dụng qua lại với nhau hình thành nên nhóm giếng tác dụng tương hỗ.

Khi làm việc, lưu lượng tổng cộng hút ra được từ nhóm giếng tác dụng tương hỗ sẽ nhỏ hơn tổng lưu lượng của các giếng đó khi làm việc đơn. Như vậy, tác dụng tương hỗ đã làm giảm lưu lượng hữu ích của mỗi giếng. Do vậy, khi tính toán nhóm giếng, không thể lấy tổng lưu lượng của các giếng đơn làm lưu lượng chung cho nhóm giếng được.

Bài toán thực tế đặt ra là cần xác định chiều cao mực nước tại một điểm bất kỳ nằm trong vùng tác dụng tương hỗ của các giếng khi hút một lượng nước nhất định hoặc xác định lưu lượng hút cần thiết để hạ thấp mực nước xuống một trị số nào đó. Người ta thường dùng phương pháp của Focgayme để giải bài toán này.

1. Trường hợp nước không áp

Có một số giếng với bán kính r_1, r_2, r_3,... r_n bố trí quanh điểm A với khoảng cách tới A là x_1, x_2, x_3,... x_n (*hình VII-16a*).



Hình VII-16. *Nhóm giếng tác dụng tương hỗ*
a) Nước không áp ; b) Nước có áp

Khi hút nước từ các giếng với lưu lượng $Q_1, Q_2, Q_3, ..., Q_n$, mực nước tại A sẽ hạ thấp xuống một trị số xác định.

Nếu chỉ có một giếng (ví dụ giếng một) làm việc, thì theo (VII-105) có thể viết phương trình đường mực nước trong trường hợp này :

$$h^2 - h_g^2 = \frac{Q_1}{\pi k} \ln \frac{x_1}{r_1} \tag{VII-118}$$

Khi các giếng đồng thời làm việc, dựa vào nguyên lý cộng tác dụng, ta có :

$$h^2 - h_g^2 = \frac{Q_1}{\pi k} \ln \frac{x_1}{r_1} + \frac{Q_2}{\pi k} \ln \frac{x_2}{r_2} + ... + \frac{Q_n}{\pi k} \ln \frac{x_n}{r_n} \tag{VII-119}$$

Trong đó : h - chiều cao mực nước tại điểm *A* ; h_g - chiều cao mực nước trong giếng có lưu lượng bằng $Q_1 + Q_2 + ... + Q_n$ khi các giếng cùng làm việc.

Nếu bán kính và lưu lượng các giếng bằng nhau, tức là :

$$r_1 = r_2 = r_3 = ...r_n = r_o \ ; \ Q_1 = Q_2 = Q_3 = ...Q_n = \frac{Q_0}{n},$$

Trong đó : Q_0 - tổng lưu lượng các giếng ; n - số giếng, thì :

$$h^2 - h_g^2 = \frac{Q_0}{\pi k n}(\ln x_1 x_2 x_3 ... x_n - n \ln r_0) \tag{VII-120}$$

Giả sử điểm *A* nằm ở khoảng cách thoả mãn điều kiện: $x_1 = R_1, x_2 = R_2 ...,$ $x_n = R_n (R_1, R_2, ..., R_n$ là bán kính ảnh hưởng của các giếng), thì ta có h = H_o (H_o là độ cao mực nước không áp trước khi hút nước).

Dựa vào phương trình (VII-120) có thể viết được :

$$H_0^2 - h_g^2 = \frac{Q_0}{\pi kn}(\ln R_1R_2R_3...R_n - n\ln r_0) \quad \text{(VI-121)}$$

Trừ (VII-121) cho (VII-120) ta có :

$$H_0^2 - h^2 = \frac{Q_0}{\pi k}(\ln\sqrt[n]{R_1R_2R_3...R_n} - \ln\sqrt[n]{x_1x_2x_3...x_n}) \quad \text{(VI-122)}$$

từ đó tính được lưu lượng Q_o :

$$Q_o = 1{,}366k.\frac{H_0^2 - h^2}{\lg\sqrt[n]{R_1R_2R_3...R_n} - \lg\sqrt[n]{x_1x_2x_3...x_n}} \quad \text{(VI-123)}$$

Chiều cao mực nước tại điểm *A* bất kỳ nằm trong phạm vi tác dụng tương hỗ giữa các giếng khi tổng lưu lượng hút ra là Q_o sẽ được tính theo công thức :

$$h = \sqrt{H_0^2 - 0{,}73\frac{Q_0}{nk}[\lg(R_1R_2R_3...R_n) - \lg(x_1x_2x_3...x_n)]} \quad \text{(VI-124)}$$

Trường hợp đặc biệt, nếu các giếng cách đều tâm của vùng hạ thấp, tức là khi $x_1 = x_2 = x_3 = ... = x_n = x_0$ và $R_1 = R_2 = R_3 = ... = R_n$ thì từ (VII-123) ta có :

$$Q_o = 1{,}366k.\frac{H_0^2 - h^2}{\lg R - \lg x_0} = 1{,}366k\frac{(2H_0 - S)S}{\lg R - \lg x_0} \quad \text{(VI-125)}$$

Từ phương trình của nhóm giếng tác dụng tương hỗ ta đã đưa về phương trình của một giếng lớn có bán kính x_o, trị số hạ thấp mực nước tại trung tâm là S (giếng tương đương).

***2. Trường hợp nước có áp** (hình VII-16b)*

Khi bề dày m tầng chứa nước không đổi, cũng chứng minh theo phương pháp trên ta tìm được công thức xác định chiều cao áp lực tại điểm *A* bất kỳ :

$$H = H_0 - \frac{Q_o}{2\pi km.n}[\ln R_1R_2R_3...R_n - \ln x_1x_2x_3...x_n] \quad \text{(VI-126)}$$

giá trị lưu lượng Q_0 :

$$Q_o = 2{,}73km.\frac{H_0 - H}{\lg\sqrt[n]{R_1R_2R_3...R_n} - \lg\sqrt[n]{x_1x_2x_3...x_n}} \quad \text{(VI-127)}$$

và Q_0 khi thoả mãn các điều kiện như của công thức (VII-125) là

$$Q_o = 2{,}73km.\frac{H_0 - H}{\lg R - \lg x_0} = 2{,}73km\frac{S}{\lg R - \lg x_0} \quad \text{(VI-128)}$$

Thực tế, các giếng thường bố trí trên chu vi của hình chữ nhật, vì vậy muốn sử dụng các công thức (VII-125) và (VII-128) cần phải chuyển đổi sang chu vi vòng tròn có diện tích tương đương với bán kính x_0:

$$x_0 = \sqrt{\frac{F}{\pi}} \quad \text{(VII-129)}$$

Trong đó: F là diện tích hình chữ nhật bố trí giếng.

3.5. Dòng thấm ở vùng giếng hút nước gần sông

Khi giếng hút nước ở gần các nguồn nước mặt, gần các đứt gãy kiến tạo... do ảnh hưởng của nguồn nước phong phú mà lưu lượng của giếng tăng lên. Sơ đồ hình phễu hạ thấp mực nước có dạng bất đối xứng, bị dẹt đi theo đường viền cung cấp nước (*hình VII-17*).

Để giải bài toán này có thể sử dụng kết quả của dòng thấm ở vùng giếng tác dụng tương hỗ. Chẳng hạn, (*hình VII-17a, b*) nêu lên một giếng hút nước ở gần sông trong lớp nước không áp, cách mép sông một khoảng cách là *a*. Coi như bờ sông thẳng và dốc đứng, thì sự có mặt của sông có thể thay bằng một giếng "ảo" cách mép sông một đoạn bằng a, sao cho đường mép nước B - B được bảo toàn thì lưu lượng tới giếng sẽ không thay đổi. Lưu lượng hấp thụ của giếng "ảo" bằng lưu lượng của giếng hút.

Hai giếng khi làm việc sẽ tác dụng tương hỗ lẫn nhau. Một điểm A bất kỳ nằm trong khu vực đó, cách giếng "thực" một đoạn x_1, cách giếng "ảo" một đoạn x_2. Nếu các giếng làm việc đơn thì có phương trình đường mực nước như sau :

đối với giếng "thực"
$$H_0^2 - h_1^2 = \frac{Q}{\pi k} \ln \frac{R}{x_1} \quad \text{(VII-130)}$$

và đối với giếng "ảo"
$$H_0^2 - h_2^2 = \frac{-Q}{\pi k} \ln \frac{R}{x_2}$$

Trong đó x_1, h_1 và x_2, h_2 là toạ độ đường cong mực nước tại A theo tọa độ của mỗi giếng thực và ảo (h_1- mực nước tại A do giếng thực làm việc ; h_2 - mực nước tại A do giếng ảo làm việc).

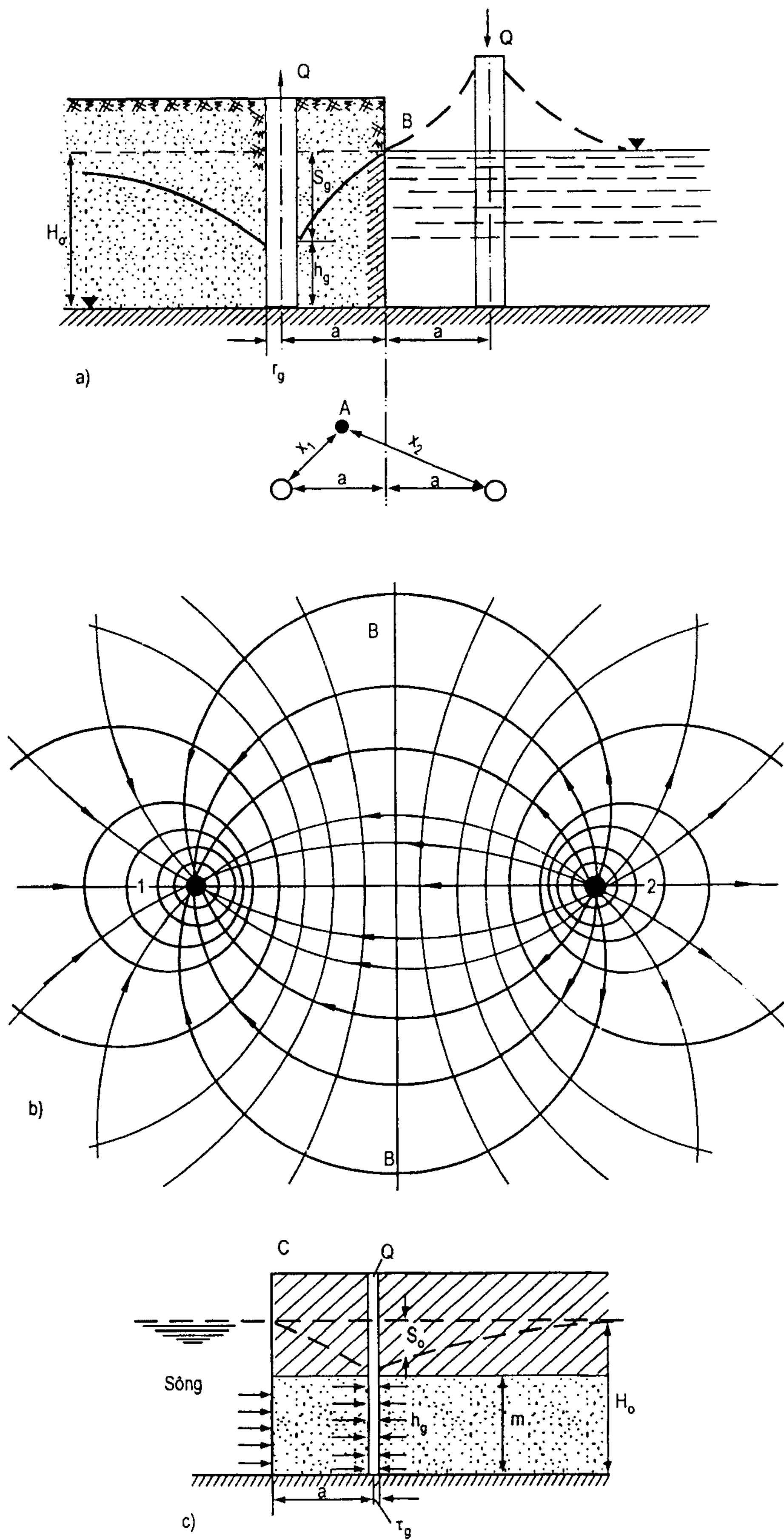
Lúc hai giếng cùng làm việc, mực nước tại A có giá trị là z, thì theo nguyên lý cộng tác dụng :

$$H_0^2 - z^2 = \frac{Q}{\pi k} \ln \frac{R}{x_1} + \frac{-Q}{\pi k} \ln \frac{R}{x_2} \quad \text{(VII-131)}$$

Từ đó:
$$H_0^2 - z^2 = \frac{Q}{\pi k} \ln \frac{x_2}{x_1} \quad \text{(VII-132)}$$

Để xác định lưu lượng thấm vào giếng, ta hãy xét khi điểm *A* nằm ở vách giếng, lúc đó $x_1 = r_g$; $x_2 = 2a - r$; $z = h_g$(h_g là độ cao mực nước trong giếng). Vì vậy :

$$H_0^2 - h_g^2 = \frac{Q}{\pi k} \ln \frac{2a - r_g}{r_g} \quad \text{(VII-133)}$$



Hình VII-17. *Giếng hút nước gần sông*

a) *Mặt cắt đứng ; b) Sơ đồ bằng của giếng không áp ; c) Giếng có áp .*

Lưu lượng giếng hút được :

$$Q = \pi k \frac{H_0^2 - h_g^2}{\ln \dfrac{2a - r_g}{r_g}} \qquad \text{(VII-134)}$$

Đối với giếng có áp (*hình VII-17b*) khi bề dày m tầng chứa nước không đổi, theo đường lối chứng minh tương tự như trên, ta có công thức tính lưu lượng của giếng :

$$Q = 2\pi km \frac{H_0 - h_g}{\ln \dfrac{2a - r_g}{r_g}} \qquad \text{(VII-135)}$$

Cũng tương tự như trên, có thể tính toán cho giếng hút nước gần 2 hoặc 3 sông, gần tường chắn thấm đứng...

CHƯƠNG VIII

CÁC HIỆN TƯỢNG ĐỊA CHẤT ĐỘNG LỰC CÔNG TRÌNH

Các hiện tượng địa chất động lực công trình có ảnh hưởng rất lớn đến việc xây dựng công trình, sử dụng lãnh thổ vào các mục đích kinh tế xã hội khác nhau và được chia ra hiện tượng địa chất tự nhiên và hiện tượng địa chất công trình.

Hiện tượng địa chất tự nhiên thường xảy ra trên những phạm vi rộng lớn, trong khoảng thời gian lâu dài. Loại có liên quan năng lượng bên trong gọi là hiện tượng địa chất nội động lực, loại có liên quan năng lượng bên ngoài gọi là hiện tượng địa chất ngoại động lực. Các hiện tượng địa chất tự nhiên có tác dụng lớn trong quá trình hình thành đất đá và cấu trúc vỏ quả đất, địa hình mặt đất. Hiện tượng phong hoá đất đá, hoạt động địa chất của dòng nước mặt tạm thời, của dòng sông, biển, hồ, động đất... là các hiện tượng địa chất tự nhiên thường gặp.

Hiện tượng địa chất công trình thường chỉ xảy ra trong những loại đất đá có thành phần và nguồn gốc nhất định trong những điều kiện địa chất nhất định và do đó chỉ xuất hiện trong những thời gian và phạm vi nhất định như các hiện tượng đất chảy, xói ngầm, karst, trượt đất đá... Thường các hiện tượng đó xảy ra khi tiến hành xây dựng, sử dụng lãnh thổ. Các hoạt động xây dựng đó của con người đã phá hoại đáng kể cân bằng đã được xác lập trong thiên nhiên sau nhiều thế và kỉ địa chất ; có thể gây nên các hiện tượng địa chất khác nhau mà quy mô và tác dụng phá hoại của chúng cũng có tầm cỡ gần như các quá trình và hiện tượng thiên nhiên.

Sau đây ta lần lượt xem xét một số hiện tượng địa chất phổ biến, trên những nét cơ bản về đặc điểm hiện tượng, điều kiện phát sinh, phát triển và kèm theo đó là những giải pháp xử lý thường dùng nhằm khống chế các hiện tượng đó, để sử dụng hợp lý và bảo vệ môi trường địa chất của lãnh thổ.

§1. HIỆN TƯỢNG PHONG HOÁ ĐẤT ĐÁ

Hiện tượng đất đá bị vỡ vụn, biến đổi thành phần trong khí quyển dưới tác dụng của dao động nhiệt độ, nước và hơi ẩm gọi là hiện tượng phong hoá đất đá. Thông thường, trong những điều kiện khác nhau thì phong hoá xảy ra khác nhau.

1.1. Các kiểu phong hoá đất đá

Dựa vào đặc trưng biến đổi và các tác nhân phong hoá có thể chia ra phong hoá lý học, phong hoá hoá học và phong hóa sinh học.

Phong hoá lý học là hình thức phân huỷ đất đá dưới tác động vật lý, đá bị phân vụn ra nhưng không bị thay đổi thành phần khoáng hóa.

Tác dụng phong hóa lý học sinh ra chủ yếu do dao động nhiệt độ. Sự phá huỷ đã xảy ra rất mãnh liệt trong miền thể hiện rõ khí hậu lục địa, ở đó có sự khác biệt về nhệt độ giữa các mùa, đặc biệt là giữa ngày và đêm.

Khả năng hấp thụ nhiệt mặt trời của đá giảm theo chiều sâu và tuỳ thuộc từng loại khoáng vật. Tất cả các khoáng vật khi nóng đều giãn ra và lạnh đi thì co lại. Hệ số nở thể tích của các loại khoáng vật thường không giống nhau, chẳng hạn hệ số nở của thạch anh lớn hơn octocla hai lần. Sự nung nóng không đồng đều của đá, cũng như khả năng thay đổi thể tích của các khoáng vật không giống nhau, dẫn tới xuất hiện ứng suất ở chỗ tiếp xúc giữa các hạt. Sau nhiều lần co, nở mối liên kết giữa các hạt khoáng vật bị phá hủy. Đá xuất hiện khe nứt và tách ra thành từng khối có hình dạng và kích thước khác nhau. Các khối đá này có độ bền không lớn và dễ bị phá hủy tiếp tục cả khi lực tác dụng không lớn. Đá sẽ vỡ vụn thành dăm, sạn, cát... đây là nguyên nhân chủ yếu hình thành sa mạc...

Quá trình phong hóa lý học phát triển ở nơi đá có sẵn nhiều khe nứt. Các tảng đá đầu tiên do các khối đá lớn vỡ ra trong đa số trường hợp trùng với các khe nứt nguyên sinh và kiến tạo. Tốc độ phá hủy còn phụ thuộc nhiều vào đặc tính của đá. Khi tất cả các điều kiện khác như nhau thì đá có kiến trúc hạt lớn, chứa nhiều loại khoáng vật và có màu thẫm bị phá hủy nhanh hơn.

Những khe nứt được thành tạo trong quá trình phong hóa lý học có thể chứa đầy nước. Khi đóng băng thể tích của nó tăng, tạo áp lực lên vách khe nứt. Do vậy, khe nứt có xu hướng mở rộng và ăn sâu thêm.

Tác dụng phong hóa lý học còn có thể sinh ra do sự tẩm ướt, khô đi nhiều lần của đá. Hiện tượng này thấy rõ ở các vùng bờ biển lộ ra các loại đá sét vôi. Sóng biển tràn lên làm cho đá bị tẩm ướt, sau đó dưới ánh sáng mặt trời đá lại được sấy khô rất nhanh. Quá trình xảy ra liên tục làm cho đá bị nứt vỡ, tan rã.

Phong hóa hoá học là quá trình phá hủy đá do tác dụng hoá học của các tác nhân khí quyển (khí, nước...) trong đó nước có chứa các thành phần hoá học là tác nhân quan trọng nhất.

Nước trong khí quyển rơi xuống mặt đất ở dạng mưa, tuyết không phải là tinh khiết. Nó luôn luôn chứa các dạng hòa tan các lượng oxy và axit khác nhau. Nước mưa ngoài oxy, axit cacbonic, nitơ còn hòa tan HCl, SO_2, SO_3, N_2O_3, N_2O_5, H_2S, NH_3, NaCl, KCl và những hợp chất hóa học khác có trong không khí. Trong các hợp chất ấy tác dụng mạnh nhất là các axit và kiềm. Nó làm tăng khả năng hòa tan của nước đối với các khoáng vật tạo đá. Ngày nay, với quy mô dân sinh và công nghiệp ngày càng mở rộng, nước và không khí lại càng có hoạt tính hóa học cao hơn ; người ta đã chứng kiến những trận mưa axit, làm cho cây cối bị khô héo... do đó việc phá hủy đá chắc chắn mạnh mẽ hơn.

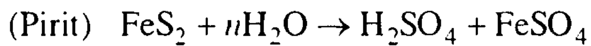
Khi ngấm qua lớp phủ thực vật, thổ nhưỡng nước còn được giàu thêm axit cacbonic và axit hữu cơ dễ hòa tan (axit humic...). Bởi vậy, nước này là tác nhân hoá học rất mạnh khi tiếp xúc với đá. Kết quả là làm cho thành phần khoáng vật của đá biến đổi. Các khoáng vật có xu hướng biến thành loại khoáng vật có tính ổn định hơn đối với tác dụng phong hóa.

Tác dụng phong hóa hóa học diễn ra dưới các hình thức : hòa tan, oxy hóa, thủy phân, thủy hóa...

Tác dụng hoà tan đã xảy ra do nước có tính xâm thực (chứa CO_2, axit sunfuric) hòa tan các khoáng vật dễ tan, còn gọi là qúa trình rửa trôi. Các khoáng vật còn lại - khoáng vật tàn dư lại tiếp tục chịu các tác dụng khác của quá trình phong hóa.

Tác dụng oxy hóa là phản ứng hóa học tạo thành các oxit sắt, mangan, manhê. Quá trình này có thể xảy ra ở độ sâu hàng trăm mét, quyết định bởi độ rỗng và độ nứt nẻ của đất đá, mức độ phân cắt của địa hình và điều kiện khí hậu... Tác dụng oxy hóa làm thay đổi thành phần hóa học của nhiều loại khoáng vật thuộc lớp sunfua, oxit, silicat, hợp chất hữu cơ. Đá sau khi bị oxy hóa thường có màu vàng, nâu hoặc đỏ.

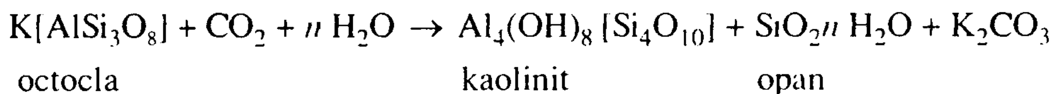
Ta hãy chú ý tới tác dụng oxy hóa khoáng vật sunfua :


(Pirit) $FeS_2 + nH_2O \rightarrow H_2SO_4 + FeSO_4$


$FeSO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow Fe_2O_3nH_2O$ (limônít)

Sản phẩm đáng chú ý ở đây là axit sunfuric H_2SO_4. Nó sẽ gây tác dụng phá hủy đá cũng như ăn mòn các kết cấu thép, gỗ, bêtông.

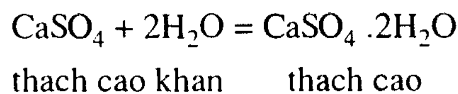
Tác dụng thủy phân thường thấy trong các khoáng vật thuộc lớp silicat và alumosilicat. Dưới tác dụng phân giải của nước, các khoáng vật mới được thành tạo thường có cường độ thấp, nhưng có tính ổn định đối với phong hóa tốt hơn. Ví dụ quá trình thủy phân của octocla để thành kaolinit :


$K[AlSi_3O_8] + CO_2 + n\,H_2O \rightarrow Al_4(OH)_8\,[Si_4O_{10}] + SiO_2n\,H_2O + K_2CO_3$

octocla kaolinit opan

Kaolinit có độ cứng nhỏ hơn octocla rất nhiều.

Tác dụng thủy hóa là quá trình thành tạo các hợp chất chứa nước bằng phương thức hấp thụ. Ta có thể lấy ví dụ về sự thủy hóa của thạch cao khan để biến thành thạch cao:


$CaSO_4 + 2H_2O = CaSO_4\,.2H_2O$

thạch cao khan thạch cao

Khi ngậm nước, thạch cao sẽ tăng thể tích lên 33%, lớp đất đá nằm trên nó sẽ chịu lực đẩy trồi lên và xuất hiện các khe nứt. Còn đối với các kết cấu bêtông ngập nước khi bị sunfat hóa và thủy hóa, sự tăng thể tích cũng gây ra những khe nứt nhỏ bé, làm vỡ bêtông và oxy hóa cốt sắt bên trong.

Tốc độ và hình thức chủ yếu của phong hóa hóa học vì vậy phụ thuộc rất lớn vào thành phần khoáng vật của đá, nhân tố gây phong hóa và diện tiếp xúc của nó đối với đá. Chính sự phân vụn đá trong phong hóa lý học đã làm tăng thêm phong hóa này.

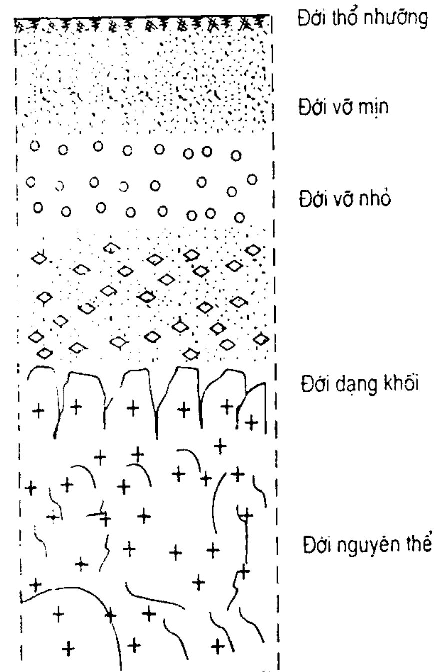
Thường thường quá trình phong hóa lý học và hóa học diễn ra song song và hỗ trợ cho nhau. Ở vùng khí hậu khô, lạnh thì phong hóa lý học là chủ yếu, còn ở vùng nóng ẩm, như nước ta, phong hóa hóa học đóng vai trò quan trọng hơn.

Phong hóa sinh học là phong hóa lý học và hóa học do hoạt động của thế giới sinh vật. Các sinh vật có tác dụng phân hủy đá lớn nhất là địa y, rêu, giun, kiến, chuột... và đặc biệt là các vi khuẩn.

Các rễ cây không chỉ gây tác dụng phong hóa lý học (tách vỡ đá) mà còn phá hủy hóa học đá bằng các axit hữu cơ.

1.2. Tầng tàn tích (eluvi - e) và các đặc điểm địa chất công trình của nó

Sản phẩm phong hóa ngoài phần rửa trôi đi, phần nằm tại chỗ bên trên đá mẹ gọi là tàn tích. Về vẻ ngoài cũng như các tính chất vật lý, hóa học, tàn tích đã khác xa với đá mẹ. Ở gần mặt đất sự khác biệt đó biểu hiện rõ nhất, càng xuống sâu do cường độ phong hóa giảm, sự khác biệt giảm dần. Trên quan điểm xây dựng, có thể chia ra các đới phong hóa cơ bản sau (*hình VIII-1*).



Hình VIII-1. Các đới phong hóa

Đới thổ nhưỡng thường là lớp đất loại sét hoặc loại cát có lẫn nhiều di tích sinh vật chưa bị phân hủy hay phân hủy chưa hoàn toàn, vì vậy lớp đất này thường có màu xám, xám đen ; độ dày từ vài centimét đến vài chục centimét, đặc biệt có chứa nhiều muối khoáng và vi sinh vật...

Đới vỡ mịn nằm dưới đới thổ nhưỡng, có mức độ vụn nát rất cao, xuất hiện nhiều khoáng vật thứ sinh ; thường là đất sét, đất sét pha hay đất cát, cát pha lẫn dăm sạn với thành phần khoáng vật không đồng nhất. Đất đá đới này có tính thấm yếu, dễ ép co, có tính dính dẻo và trương nở. Có thể dùng làm vật liệu đắp, không thích hợp dùng làm nền công trình.

Đới vỡ nhỏ (dưới dạng hạt) nằm dưới, kề ngay đới vỡ mịn. Khác với đá mẹ ở vẻ ngoài, gồm các hạt rời rạc đường kính từ vài centimét đến vài chục centimét và bên trong các hạt, khoáng vật đã bị biến đổi khá nhiều. Cường độ giảm nhiều so với đá mẹ, liên kết giữa các hạt rất yếu, cường độ chống cắt, chống nén nhỏ. Sản phẩm phong hóa ở đới này có thể dùng làm vật liệu đắp, rải đường.

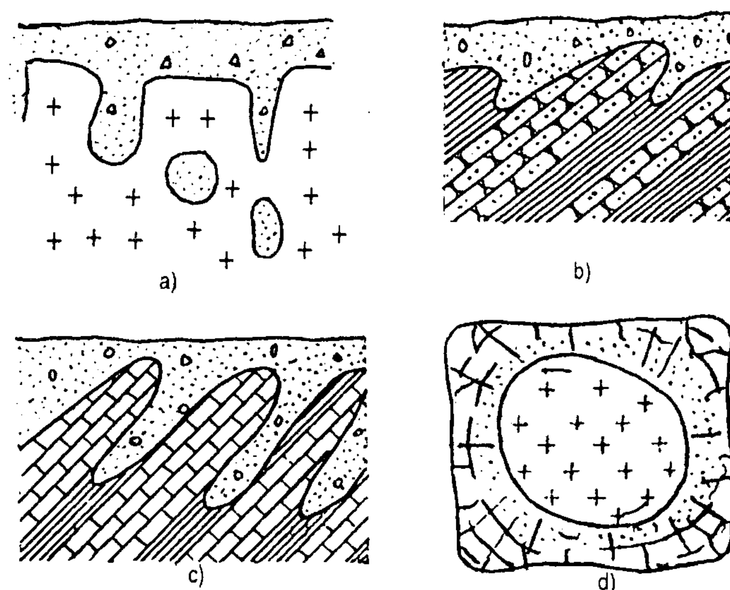
Đới dạng khối là vùng đá bị phân cắt bởi nhiều khe nứt. Các khoáng vật ở trên mặt, ở vách khe nứt đã bị biến đổi. Kích thước các khối đá tăng dần từ trên xuống dưới, từ vài chục centimét đến vài mét. Đới này thấm nước lớn nhưng cường độ cao hơn các đới trên.

Đới nguyên thể khó phân biệt với đá mẹ vì trong đá chỉ xuất hiện các khe nứt nhỏ, kín ; có cường độ giảm sút ít nhiều. Đới nguyên thể có thể dùng làm nền công trình tốt.

Cần chú ý là thành phần hạt, thành phần khoáng vật giữa các đới chuyển biến một cách từ từ, vì vậy không có bề mặt phân giới rõ ràng. Chiều sâu phong hóa có thể dày tới vài chục mét hoặc lớn hơn. Điều kiện thành tạo của đá mẹ càng khác biệt với điều kiện tồn tại (như đá macma, đá biến chất) thì mức độ phong hóa càng cao và chiều sâu phong hóa càng lớn.

Tính không đồng nhất của tàn tích không chỉ theo phương thẳng đứng mà còn theo phương ngang. Nguyên nhân là do sự không đồng nhất về thành phần, tính chất của các loại đá, các loại khe nứt, các nếp uốn... ngay cả trong cùng một loại đá.

Trong thực tế, dạng mặt cắt phong hóa thường khá phức tạp. Ví dụ ở vùng đá macma do không đồng nhất về thành phần và có mặt các hệ thống khe nứt đó đã tạo nên các ổ, túi phong hóa ăn sâu hàng chục mét (*hình VIII-2a*). Còn đá trầm tích, do xen kẽ nhịp nhàng giữa các loại đá có cường độ khác nhau, (như cát kết và sét kết...) có thể tạo mặt cắt phong hóa dạng răng cưa, dạng lớp (*hình VIII-2b,c*). Dạng cầu tróc vỏ (*hình VIII-2d*) đặc trưng cho đá phong hóa gặm mòn, các đá có cấu tạo khối đồng nhất nhưng thấm nước kém. Do vậy chiều sâu phong hóa có thể biến đổi cả trong phạm vi không lớn. Điều đó làm phức tạp thêm việc nghiên cứu và xử lý đá phong hóa trong xây dựng.



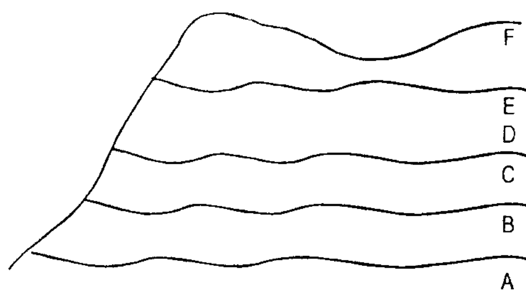
Hình VIII-2. *Các dạng mặt cắt phong hóa thường gặp*
a) Dạng túi ổ ; b) Dạng răng cưa ; c) Dạng lớp ; d) Dạng cầu.

Sản phẩm phong hóa của tầng tàn tích phụ thuộc thành phần của đá mẹ, loại tác nhân phong hóa. Trong thực tế, đá macma axit khi bị phong hóa cho sét, thạch anh, mica. Thạch anh ở dạng cát, sạn nên tàn tích của macma axit thường thô, màu sáng. Sản phẩm phong hóa của đá macma bazơ phần lớn là khoáng vật sét, không có thạch anh, nên tàn tích tương đối mịn, màu thường sẫm, đỏ nâu. Đá vôi, đôlômit khi phong hóa phần lớn các vật chất của đá bị rửa trôi chỉ còn lại sét và oxit tàn dư. Sản phẩm phong hóa của đá biến chất phụ thuộc thành phần đá mẹ đã sinh ra nó. Ví dụ như sản phẩm phong hóa của gơnai và granit rất giống nhau. Sét kết khi phong hóa cho sét, quaczit cho cát thạch anh. Trong thực tế, căn cứ vào sản phẩm phong hóa ở trên mặt tầng tàn tích có thể xác định một cách đúng đắn tính chất, thành phần của đá gốc ở dưới.

Ở các vùng nóng và ẩm như Việt Nam, Ấn Độ... thường xảy ra quá trình laterit hóa (danh từ laterit từ chữ "later" là hòn gạch, được Beckenhen dùng năm 1807 khi nghiên cứu loại đất này ở Ấn Độ).

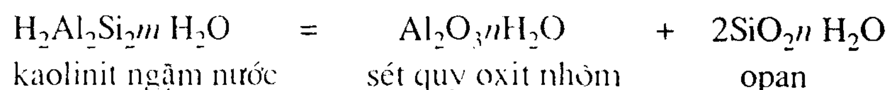
Kết quả nghiên cứu laterit trong các vùng nhiệt đới Ấn Độ, Úc, Mađagatca, Nam Phi của Phốc và Garaxôvich đã cho mặt cắt điển hình của laterit như *hình VIII-3*.

Chúng ta thấy là càng lên trên mặt cắt, lượng Fe và Al càng tập trung hơn, còn lượng Si, kiềm, kiềm đất giảm đi rõ rệt. Quá trình laterit thường diễn ra trong vùng địa hình dốc thoải, khí hậu nóng ẩm, hai mùa mưa, khô kế tiếp nhau thuận lợi cho phong hóa hóa học phát triển. Mùa mưa, nước thấm qua các khe nứt, phá huỷ hòa tan các alumosilicat và tạo nên môi trường kiềm ; silic và các nguyên tố dễ bị di động như Na, K, Mg, Ca bị rửa trôi, còn alumin không bị hòa tan lắng đọng tại chỗ. Đến mùa khô, do mao dẫn và bốc hơi bề mặt các hydroxit sắt và nhôm ở dưới lại theo nước đi lên rồi mất nước trở thành oxit tích tụ và keo kết tăng cường cho các sản phẩm oxit Al, Fe đã lắng đọng ở phần trên của tầng tàn tích. Kết quả là tầng tàn tích có hàm lượng oxit sắt và nhôm tăng lên, trong khi đó hàm lượng kiềm và silic giảm đi.



Hình VIII-3. Sơ đồ mặt cắt laterit (theo Phốc)
A - Đá chưa bị thay đổi ; B - Đá bị kaolinit hóa mạnh ; C- Đá kaolinit giàu SiO_2 ; D, E - Đất đá chứa Fe, Mn lẫn Al.

Trong quá trình laterit không những các khoáng vật nguyên sinh như fenpat bị phân hủy mà ngay cả những khoáng vật thứ sinh như sét cũng không được vững bền :



$$H_2Al_2Si_2 n\,H_2O \quad = \quad Al_2O_3 nH_2O \quad + \quad 2SiO_2 n\,H_2O$$

kaolinit ngậm nước — sét quy oxit nhôm — opan

$Al_2O_3nH_2O$ mất nước dễ dàng để tạo nên Al_2O_3. Cũng như vậy, nhiều khoáng vật thứ sinh khác phân hủy cho Fe_2O_3. Tuỳ theo điều kiện độ ẩm mà có thể có một số oxit sắt ngậm nước ($Fe_2O_3nH_2O$) làm cho đất có màu vàng, đỏ hoặc nâu. Người ta căn cứ vào tỷ lệ $SiO_2 : Al_2O_3$ để đánh giá mức độ phát triển laterit.

Laterit thường thành tạo nên các tầng cát pha sét và sét pha đến sạn sỏi, có bề dày tới hàng chục mét. Đất laterit có cấu tạo hạt đậu, kết hạch và trong điều kiện nhất định sẽ thành tạo đá ong. Đá ong còn ở trong đất thì mềm có thể lấy dao cắt được, nhưng khi để ra ngoài không khí thì cứng rắn lại như đá. Đá ong phần nhiều gặp ở các vùng trung du như Sơn Tây, Hà - Bắc, Vĩnh - Phú, Biên Hòa, Lâm Đồng, Bình Phước, Quảng Trị...

Đất laterit có các đặc điểm địa chất công trình là : dung trọng nhỏ nhưng sức chống cắt khá lớn. Đất laterit có thể dùng làm nền công trình. Nó có khả năng tạo nên mái dốc ổn định với góc dốc 45^0 hay lớn hơn. Gần đây, đất laterit được ứng dụng rất rộng rãi để làm vật liệu đắp đập, rải đường với những đặc tính khá tốt. Tuy nhiên, việc nghiên cứu nó mới được tiến hành ở bước đầu.

1.3. Điều tra nghiên cứu và xử lý tầng đá phong hóa trong xây dựng

Sự xuất hiện các khe nứt cũng như sự thay đổi thành phần vật chất do phong hóa đã làm giảm chất lượng xây dựng của đá. Đá phong hóa thường có cường độ chịu lực nhỏ, tính thấm nước lớn. Do vậy, khi xây dựng công trình trong vùng bị đá phong hóa cần điều tra nghiên cứu các vấn đề sau :

Mức độ phong hóa và tính chất của sản vật bị phong hóa: Ở mỗi mức độ phong hóa khác nhau đá có các đặc điểm địa chất công trình riêng. Để đánh giá mức độ phong hóa người ta bố trí các hố đào tại các vị trí cần nghiên cứu. Tiến hành mô tả theo vách hố các đới từ trên xuống dưới về thành phần hạt, thành phần khoáng vật, màu sắc, trạng thái... Lấy mẫu phân tích thạch học và mẫu thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cơ lý. Trên cơ sở đó ta phân chia ra các đới phong hóa, xác định độ dày và tính chất đặc trưng của từng đới.

Tốc độ phong hóa: Quan niệm cho rằng tốc độ phong hóa của đá rất nhỏ, không cần tìm hiểu là sai lầm. Trong thực tiễn có công trình do các tầng đá ở đáy hố móng bị phong hóa quá nhanh nên phải thay đổi cả phương án thiết kế cũ. Để đo tốc độ phong hóa, người ta lợi dụng các hố đào, đường hầm... đã có. Căn cứ vào bề dày và mức độ biến đổi của tầng phong hóa sau thời gian nào đó tính từ ngày khai đào, ta có thể xác định được tốc độ phong hóa.

Nhân tố gây ra phong hóa có thể là nhiệt độ, nước... Mỗi loại nhân tố khác nhau cần có biện pháp xử lý thích hợp.

Sau khi thu thập các tài liệu ở nhiều vị trí khác nhau ta đã có cơ sở để chọn địa điểm xây dựng đỡ tốn kém, đó là vùng có bề dày tầng phong hóa mỏng, sự biến đổi tính chất của đá phong hóa so với đá gốc không nhiều... Tùy theo bề dày của tầng phong hóa, loại nhân tố gây ra phong hóa và yêu cầu của công trình (về cường độ, độ thấm...) mà ta có thể chọn các biện pháp xử lý phong hóa sau :

Bóc bỏ lớp phong hóa không đạt yêu cầu của xây dựng. Biện pháp này thường dùng khi công trình nhỏ, bề dày tầng phong hóa không lớn, vì như vậy khối lượng đất đá đào bỏ đi sẽ không nhiều.

Che phủ bằng vật liệu chống phong hóa nhằm giảm tốc độ phong hóa. Tùy thuộc vào loại nhân tố gây phong hóa, vật liệu chống phong hóa có thể là silicat, bitum, ximăng, đất sét... Căn cứ vào tốc độ phong hóa và thời gian làm việc của lớp phủ bảo vệ, ta xác định được bề dày của lớp vật liệu. Trong trường hợp có thể thì dùng lớp phủ thiên nhiên bằng cách để lại lớp đất đá ở trên cao trình thiết kế.

Trung hòa các nhân tố gây ra phong hóa như là cho thêm các loại muối vào nước để làm giảm khả năng hòa tan đá. Biện pháp này thường không thuận lợi và không kinh tế.

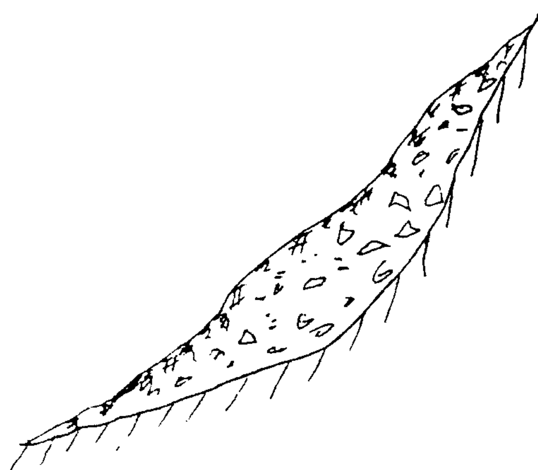
Cải tạo tính chất của đá bị phong hóa bằng phương pháp phụt vữa cố kết và chống thấm. Vữa thông dụng là vữa sét, ximăng, bitum... Các dung dịch vữa dưới tác dụng của áp lực nén sẽ chui vào, tích đọng đầy các khe nứt, làm giảm khả năng thấm, tăng cường độ của đá. Biện pháp này được dùng cả khi xử lý các tầng phong hóa sâu, mặt cắt phong hóa phức tạp và khi xây dựng các công trình ngầm.

§2. HOẠT ĐỘNG ĐỊA CHẤT CỦA DÒNG NƯỚC MẶT TẠM THỜI

Mưa rơi xuống mặt đất, một phần bị bốc hơi, một phần được ngấm qua các lớp đất đá, phần còn lại tạo dòng chảy trên mặt. Dòng nước tạm thời xuất hiện khi mưa thường đem

theo các vụn đất đá gây ra hiện tượng rửa mòn hay bào mòn bề mặt. Khi tới chân dốc, tốc độ nước giảm đi, vật liệu được tích đọng lại tạo nên tầng sườn tích (deluvi-d) (*hình VIII-4*).

Thành phần của tầng sườn tích rất phức tạp có thể từ đất sét nặng đến cát, sạn và thường có chứa các mảnh vụn, hòn đá kích thước không đều. Thành phần của sườn tích liên quan mật thiết với đá gốc phong hóa nằm ở phía trên của dòng chảy. Nhân tố khí hậu cũng ảnh hưởng đến thành phần và tính chất của sườn tích. Ở vùng khí hậu ẩm ướt, tầng sườn tích không chứa các loại muối hòa tan nên thường không có hiện tượng ngưng kết muối như ở vùng khí hậu khô.



Hình VIII-4. *Sơ đồ cấu tạo tầng sườn tích*

Khi khoảng cách vận chuyển ngắn thì các hạt không được mài tròn và tuyển lựa. Sườn tích không có sự phân lớp. Chiều dày của nó ở chân dốc lớn, có khi đạt hàng chục mét.

Các chỉ tiêu cơ lý của sườn tích không cao. Độ lỗ rỗng thường lớn, độ ép co lớn (thường là 0,2*m/m* khi áp lực P = 2kG/cm^2). Lực dính kết thấp (0,05 ÷ 0,25 kG/cm^2), tan rã tương đối nhanh. Hệ số thấm tương đối nhỏ, vì vậy tầng sườn tích ở bờ hồ chứa được coi như một tường nghiêng chống thấm cho hồ.

Cần chú ý là tầng sườn tích dễ trượt theo mặt lớp đá nằm ở phía dưới, nhất là khi lớp đá có độ nghiêng lớn, mặt tiếp giáp có sét, có nước ngầm. Vì vậy, có khi nhìn trên mặt độ dốc tương đối thoải nhưng lại xảy ra trượt. Sự phá hoại trạng thái cân bằng của bờ dốc là sườn tích khi xây dựng (đào hố móng, làm đường...) có thể dẫn tới trượt lở nghiêm trọng.

Khi nước chảy tập trung thành dòng có năng lượng tương đối lớn sẽ gây ra hiện tượng đào phá mạnh theo dòng, được gọi là tác dụng xói mòn. Xói mòn phát triển mạnh ở đất bở rời, thấm nước yếu như đất cát pha, đất sét... tạo nên các rãnh xói. Rãnh xói gây nên sự chia cắt, đào phá đường đá, kênh mương ... Tùy theo giai đoạn phát triển của rãnh xói, ta có thể dùng biện pháp xử lý như lấp bằng chỗ trũng, xây dựng các đập chắn để giảm tốc độ dòng nước, trồng và bảo vệ lớp phủ thực vật...

§3. HOẠT ĐỘNG ĐỊA CHẤT CỦA DÒNG SÔNG

1.1. Hoạt động địa chất của dòng sông

Hoạt động địa chất của dòng sông thể hiện ở các tác dụng : phá hủy đất đá vận chuyển sản phẩm bị phá hủy và tích đọng trầm tích.

Tác dụng phá hủy gồm có xâm thực thẳng đứng (đào sâu lòng sông) và xâm thực ngang (mở rộng lòng sông). Đào sâu lòng sông xảy ra khi độ dốc của đáy sông tương đối lớn, trái lại mở rộng lòng sông xảy ra khi độ dốc của đáy sông nhỏ. Khi đáy sông đạt đến mặt cắt

cân bằng thì tác dụng xâm thực tạm thời chấm dứt. Khi dòng sông chảy qua vùng có đất đá cứng mềm không đều nhau, đá yếu dễ bị xâm thực đào sâu, đá cứng còn lại hình thành các ghềnh, thác.

Tác dụng xâm thực ngang làm cho lòng sông được mở rộng và uốn cong đi, gây hiện tượng sụt lở bờ sông, uy hiếp các công trình, đường sá ven sông, thay đổi luồng lạch trên sông gây trở ngại cho thuyền bè đi lại. Để ngăn ngừa xâm thực bờ của dòng nước có thể xây dựng các kè dọc, kè ngang, nắn dòng...

Sản phẩm phá hủy được sông tải đi có thể ở dạng hòa tan, lơ lửng hay kéo lê dưới đáy. Theo L.V. Puxtovalov thì tương quan bình quân giữa lượng vật chất vận chuyển ở các trạng thái trên vào khoảng 2 : 4 : 100. Độ dốc đáy sông càng thoải, lượng vận chuyển bằng phương thức hòa tan càng tăng.

Khi tốc độ dòng nước giảm đi, một cỡ hạt nào đấy bắt đầu lắng đọng xuống. Tác dụng xâm thực và trầm đọng của sông được giải thích như sau : Tác dụng địa chất của dòng nước do động năng W của nó quyết định, mà động năng của dòng nước thì phụ thuộc vào khối lượng nước m và vận tốc nước v :

$$W = \frac{1}{2}mv^2 \qquad (VIII\text{-}1)$$

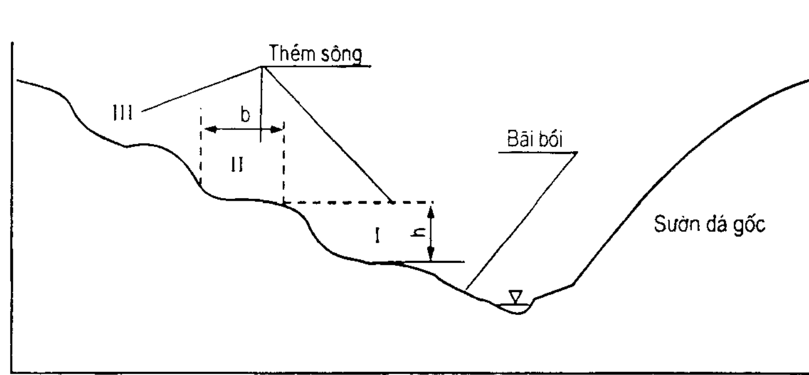
Khi chuyển động, động năng đó bị tiêu hao bởi ma sát giữa nước với đáy sông, giữa các lớp nước với nhau và do sự chuyển vận các vật liệu mà nó mang theo. Nếu động năng của dòng nước lớn hơn các tổn thất trên, nó có tác dụng xâm thực. Ngược lại nếu nhỏ hơn, các vật liệu sẽ được trầm đọng lại. Vì vậy, ở mỗi đoạn sông cường độ xâm thực, vận chuyển và tích tụ đều có khác nhau và theo thời gian, tác dụng này có thể thay thế tác dụng kia có khi chủ yếu là xâm thực, có khi chủ yếu là trầm tích.

Nhìn chung, theo hướng chảy từ thượng lưu về hạ lưu, do tốc độ dòng nước giảm dần mà vật liệu trầm đọng ngày càng nhiều, kích thước hạt ngày càng nhỏ. Đó là quy luật tuyển lựa trầm tích của dòng sông. Tuy nhiên trong thực tế, do có nhiều sự biến hóa tạm thời và cục bộ của tốc độ dòng nước làm cho quy luật trầm đọng rất phức tạp. Ví dụ như tại một mặt cắt của lũng sông miền núi có thể gặp cả xói lở bờ cùng với trầm tích cuội sỏi ở đáy sông và trầm tích cát, cát pha trên bãi bồi. Kết quả tổng hợp các tác dụng đó đã hình thành nên dạng địa hình đặc biệt gọi là lũng sông với thềm sông và bãi bồi.

3.2. Địa hình lũng sông các loại trầm tích sông (aluvi - a)

Thềm sông là những dải đất đá nằm ngang hoặc gần nằm ngang kéo theo sông (còn gọi là thềm dọc). Thềm sông thấp nhất cũng là thềm trẻ nhất, bị ngập nước trong mùa lũ gọi là bãi bồi. Cao hơn là những thềm trên bãi bồi hay thềm sông và được đánh số thứ tự từ thấp lên cao. Số lượng thềm sông vùng đồng bằng có thể từ 4 đến 6 ở những sông miền núi có thể nhiều hơn, phía trên thềm cao nhất là sườn đá gốc của lũng sông (*hình VIII-5*).

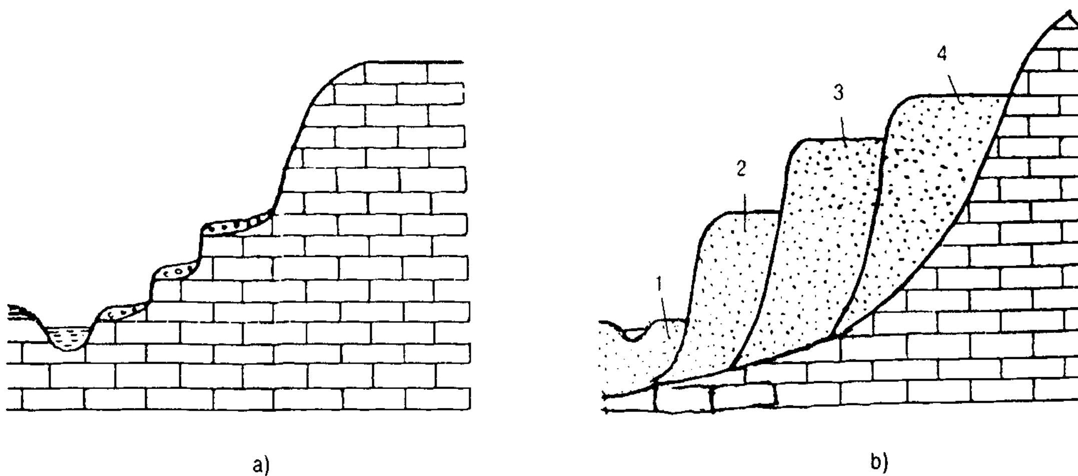
Chiều cao *h* và bề rộng *b* là các yếu tố cơ bản của thềm sông. Chiều cao thềm biến đổi từ vài chục centimét đến vài chục mét. Bề rộng thềm có thể từ vài chục mét đến vài kilômét.



Hình VIII-5. Cấu tạo của lũng sông
b- Bề rộng thềm ; h - Chiều cao thềm.

Lũng sông có thể có cấu tạo đối xứng hay không đối xứng. Nếu ở một bờ không có thềm tương ứng với bờ kia hoặc khi bề rộng của nó ở hai bờ khác biệt rất lớn thì gọi là lũng sông không đối xứng.

Thềm sông miền núi thường cấu tạo từ đá gốc và gọi là thềm xâm thực. Trên mặt thềm có thể gặp những lớp cuội và cát mỏng. Ở lũng sông đồng bằng chủ yếu là thềm tích tụ dày (*hình VIII-6*).



Hình VIII-6. *Các loại thềm sông*
a) Thềm xâm thực ; b) Thềm tích tụ ; 1. Bãi bồi ; 2,3,4. Thềm sông

Thềm hỗn hợp là loại trung gian giữa hai loại trên. Loại thềm này có đáy là đá gốc nhưng trên mặt có lớp phủ trầm tích tương đối dày, nhưng đôi chỗ đá gốc vẫn lộ ra.

Sự hình thành các bậc thềm liên quan tới sự nâng lên hạ xuống có chu kỳ của vỏ quả đất. Số chu kỳ nâng hạ và đặc tính của các chu kỳ quyết định số thềm, độ cao và tính chất của thềm. Ngoài ra nó còn phụ thuộc vào tính chất của đất đá, cấu tạo địa chất, thường thì lũng sông được phát triển dọc theo các đứt gãy, các dải đất đá mềm yếu...

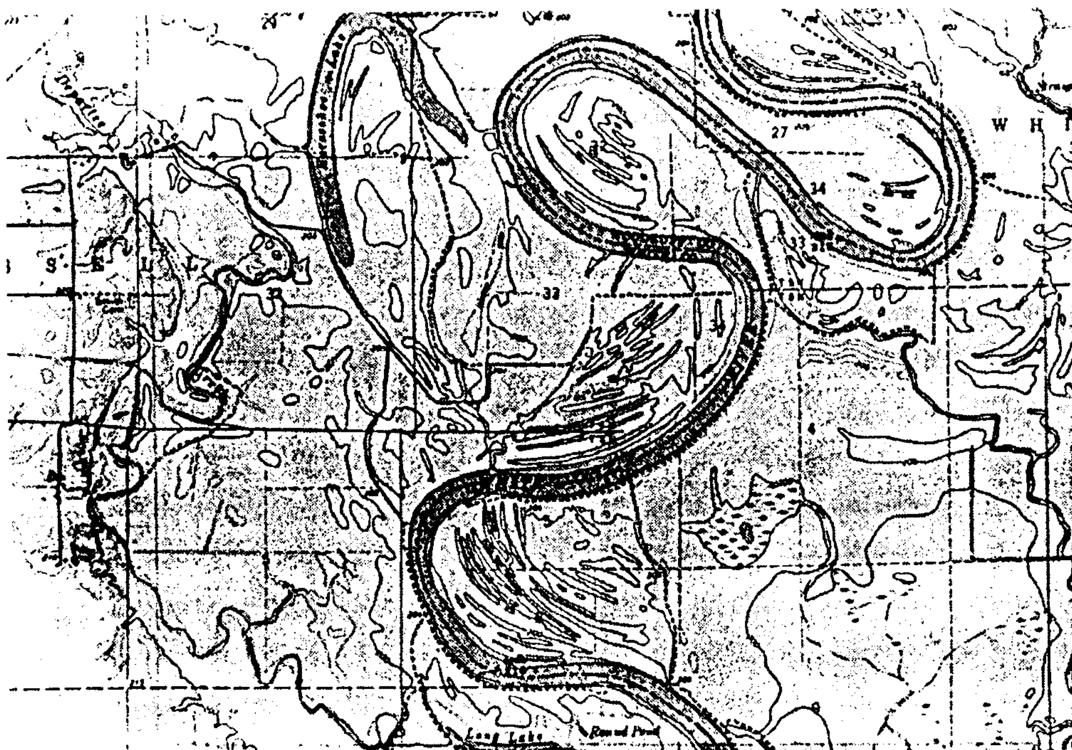
Tác dụng trầm tích của dòng sông cho ta các loại trầm tích sông :

Trầm tích lòng sông có thể phân chia theo các đoạn của sông. Ở miền núi thường là đá hộc, đá tảng được các hạt nhỏ lấp đầy. Loại trầm tích này được thành tạo ở vùng đáy sông có độ dốc lớn. Khi độ dốc nhỏ hơn, thành phần của nó là cuội, sỏi, cát. Các hạt nói chung trơn nhẵn. Độ ép co nhỏ ; cường độ chống cắt, chống nén tương đối cao. Thấm nước mạnh, hệ số thấm có thể tới 100*m/ng.đ*.

Ở đồng bằng trầm tích lòng sông rất đa dạng có thể gặp sỏi, cát cho đến bùn. Chúng có sự tuyển lựa hạt một cách rõ rệt. Thường có cấu tạo theo nhịp (cát, bùn xen kẽ nhau) phân lớp nghiêng hay thấu kính không có quy tắc. Khi xây dựng cần lưu ý sự thay đổi các đặc điểm địa chất công trình theo không gian, sự xuất hiện đất chảy, xói ngầm và lún không đều.

Trầm tích bãi bồi thường có cấu tạo hai tầng: tầng dưới hạt tương đối thô, thường là loại trầm tích lòng sông ; tầng trên hạt mịn hơn được bồi đắp do vật liệu của dòng lũ mang tới, thường có chứa một lượng vật chất hữu cơ. Chiều dày tích đọng của vật liệu sau một cơn lũ không lớn, khoảng vài milimét tới vài centimét. Hay chứa các thấu kính hoặc lớp kẹp. Do vậy, nước trong bãi bồi thường có áp lực và liên quan thủy lực chặt chẽ với sông. Trầm tích bãi bồi dễ phát sinh các hiện tượng địa chất xấu như : đất chảy, xói ngầm, nén quá, nén chưa chặt và nén không đều.

Trầm tích hồ sừng trâu được hình thành ở các khúc sông chết (*hình VIII-7*). Nhìn chung, có thể chia ra hai tầng rõ rệt : tầng dưới giống trầm tích lòng sông ; tầng trên thường là bùn đọng có chứa cát mịn hoặc bùn hữu cơ, bùn than. Thường tồn tại các thấu kính hoặc lớp kẹp sét rất mỏng nằm ngang.

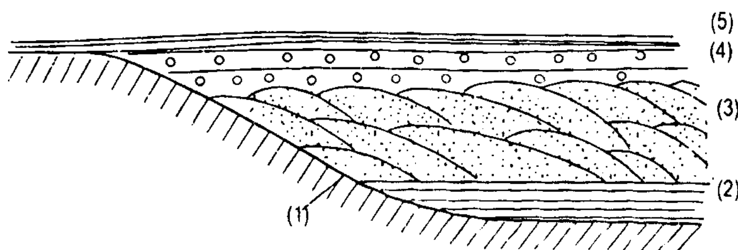


Hình VIII-7*. Sự hình thành hồ sừng trâu trên sông Trắng ở Ackansa (Mỹ)*

Trầm tích hồ sừng trâu thường bão hòa nước, ở trạng thái dẻo, mềm yếu với tính ép co lớn, cường độ chống cắt nhỏ, không thấm hoặc thấm nước yếu. Khi xây dựng cần chú ý tới trượt, lún nhiều và lún lâu dài.

Trầm tích cửa sông (hay trầm tích tam giác châu) hình thành do sông mang vật liệu tới trầm đọng ở vùng cửa sông các lớp trầm tích bùn, cát, sét... Trầm tích cửa sông thường có cấu tạo ba tầng : trầm tích đáy là loại rất mịn (bùn sét) nằm ngang phủ lên đáy biển ; trầm tích giữa hạt thô hơn thường ở dạng lớp xiên nghiêng về phía biển ; trầm tích trên cùng hầu như nằm ngang phủ trên trầm tích giữa và có hạt thô hơn cả (*hình VIII-8*).

Trầm tích cửa sông phần nhiều thuộc loại cát mịn, cát pha và sét. Độ dày và diện tích phân bố của trầm tích rất lớn. Đặc điểm là có độ rỗng lớn, chứa nhiều muối. Thường có các tầng kẹp sét, vì vậy tính chất vật lý, cơ học thay đổi rất mạnh theo không gian. Khi xây dựng thường xảy ra lún nhiều, lún lâu dài và phát sinh đất chảy, xói ngầm ở trong các tầng kẹp cát. Mái hố đào trong trầm tích cửa sông thường kém ổn định...



Hình VIII-8. *Phân bố của trầm tích cửa sông*
1. Đá gốc ; 2. Trầm tích đáy ; 3. Trầm tích giữa (cửa sông ven biển)
4. Trầm tích lòng sông ; 5. Trầm tích bãi bồi tam giác châu.

III. Phân loại lũng sông theo quan điểm địa chất công trình

Việc bố trí các công trình trên sông cũng như việc chọn phương án công trình, phương án thi công phụ thuộc rất nhiều vào dạng địa hình, tính chất và bề dày các tầng đất đá của lũng sông. Các yếu tố ảnh hưởng này đã được đề cập tới trong cách phân loại lũng sông của D.C. Xocolov.

Dựa vào *hình dạng địa hình lũng sông* chia ra làm ba loại :

Loại hẻm vực : có bờ dốc đứng, không có lớp phủ hay lớp phủ mỏng. Hình thành do sự xâm thực thẳng đứng rất mãnh liệt. Địa hình này thích hợp để xây dựng các đập cao, tuy nhiên việc bố trí công trình và thi công không thuận tiện, xây dựng cầu giao thông thì ngắn nhưng trụ cầu cao.

Loại lũng sông phát triển một bên, mặt cắt ngang của lũng sông không đối xứng : một bên bờ dốc đứng do đá gốc tạo nên, một bên bờ dốc thoải do bồi tích tạo nên. Loại này thường gặp ở trung và hạ lưu sông. Địa hình thích hợp cho đập loại trung và đập cấu tạo hỗn hợp, cầu vượt sông ở đây không ổn định, các mố bị xói, do đó cầu cạn dài

Phát triển hai bên				Phát triển một bên				Hẻm vực		thu
Không đồng nhất		Đồng nhất		Không đồng nhất		Đồng nhất		Không đồng nhất	Đồng nhất	Đ
> 30	< 30	> 30	< 30	> 10	< 10	> 10	< 10	< 10		Độ c tích

Hình VIII-8. Sơ đồ phân loại lũng sông của D.G. Xocolov

Loại lũng sông phát triển hai bên thường gặp ở hạ lưu sông. Lũng sông rộng, bờ sông thoải, thềm đối xứng, bãi bồi phát triển, tầng phủ dày. Địa hình này tiện cho việc bố trí công trình và hiện trường thi công, nhưng nền công trình thường phải xử lý phức tạp, chiều cao đập nhỏ, chiều dài cầu lớn, cầu cạn dài.

Dựa theo *trình độ đồng nhất của đất đá* chia ra hai loại :

Lũng sông có cấu tạo đồng nhất: khi đất đá ở hai bên bờ và ở đáy sông là như nhau. Việc xây dựng thuận lợi nhưng thực tế ít gặp.

Lũng sông không đồng nhất: khi hai bên bờ có sự khác nhau về tính chất đất đá, độ dày tầng phủ, bề dày lớp phong hóa... Loại lũng sông này thường thấy trong thực tế và điều kiện địa chất công trình tương đối phức tạp.

Dựa theo *bề dày tầng phủ* đã chia ra nhiều loại lũng sông khác nhau. Cách phân chia này cho ta sơ bộ phương hướng xử lý nền thi công móng. Chẳng hạn, nếu lớp phủ mỏng ta có thể đào bỏ di, nhưng khi lớp phủ dày ta nên dùng các biện pháp khác như cừ, chân đanh... để xử lý thấm dưới nền công trình.

Cách phân loại trên được tổng hợp trong *hình VIII-9*.

§4. CÁC HOẠT ĐỘNG ĐỊA CHẤT Ở BIỂN

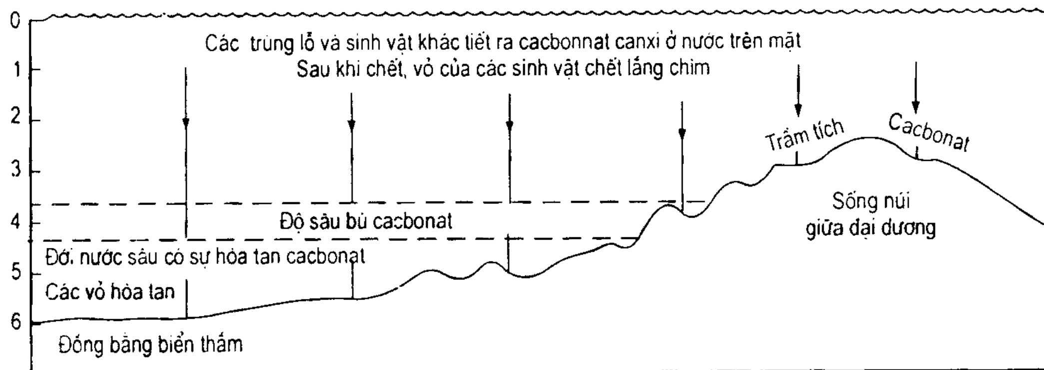
Biển chiếm hơn 70% bề mặt trái đất, có vai trò rất lớn trong điều hoà khí hậu, trong cung cấp thuỷ hải sản, dầu mỏ và khí đốt cho lục địa và là môi trường vận tải thuỷ rất quan trọng. Việt Nam, chỉ có hơn 330.000km^2 đất liền, nhưng có tới 3.260km đường bờ biển, lại có nhiều hải đảo xa bờ, nên phần biển của chúng ta rộng gấp nhiều lần đất liền. Biển của Việt Nam nhiều nắng ấm, nhiều hải sản, nhiều dầu khí và nằm ngay trên một trong năm đường hàng hải quốc tế quan trọng. Bởi vậy, nghiên cứu biển nói chung, địa chất biển nói riêng có tầm quan trọng đặc biệt. Trong phạm vi ở đây, chúng ta chú trọng 3 nội dung: hoạt động địa chất ở đại dương, ở rìa lục địa và những điều cần chú ý khi khai thác biển.

4.1. Các hoạt động địa chất ở đại dương

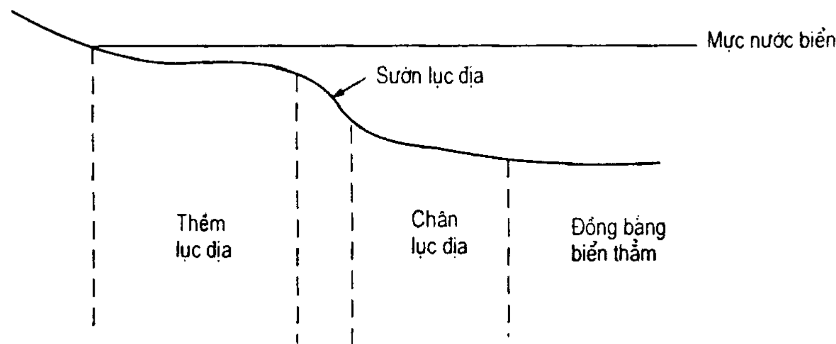
Trong những thập niên gần đây, nhờ các thiết bị mới, cho phép nghiên cứu sâu 5 đến 10km dưới mực nước biển, chúng ta đã biết được địa chất dưới đáy đại dương cũng đa dạng và phức tạp chẳng kém gì trên lục địa. Dọc đáy đại dương cũng tồn tại những dải núi cao khổng lồ theo đường kinh tuyến, xen đó là các dải đồng bằng - đồng bằng biển thẳm... là sản phẩm của quá trình tách giãn vỏ trái đất với quá trình macma (phun trào) dọc theo các đứt gãy mở.

Trầm tích biển khơi hầu hết là các vật liệu cõ hạt sét (< 0,005mm) gồm các khoáng thạch anh, fenpat, sét... đưa từ lục địa tới bằng gió và hải lưu, cùng các xác, phân của các loại sinh vật biển, gọi là trầm tích bùn đại dương, có màu nâu hoặc đỏ nâu, tốc độ trầm tích rất nhỏ, trung bình khoảng 1cm/1000năm, ở các vùng nước sâu trên 4000 mét thì do ảnh hưởng của đới nghèo cacbonat trong nước biển, mà các vật liệu lắng chìm qua đới này đã bị hoà tan hết phần cacbonát, nên vật liệu trầm đọng dưới đáy không gặp cacbonat, mà chủ

yếu là các loại bùn tảo diatome, radiolaria... Ở các núi nguồn gốc phun trào không có cấu tạo hình nón, mà có đỉnh bằng, thể hiện một quá trình nâng lên và bị sóng mài bằng rồi lại thụt lún xuống như hiện nay.



Hình VIII-10. Độ sâu bù cacbonat trong đại dương
(Theo F. Press và R. Silver, 1982)



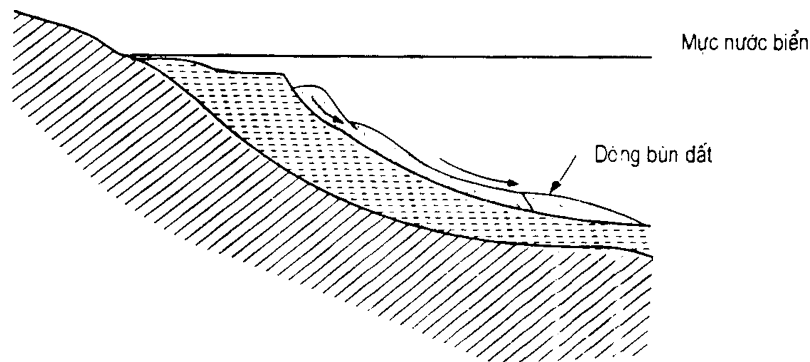
Hình VIII-11. Các phân khu địa hình của miền rìa lục địa

4.2. Các hoạt động địa chất ở vùng rìa lục địa

Thềm lục địa là phần biển nằm trong phạm vi độ sâu nước từ 200 đến 650 mét, là phần lục địa bị ngập nước hiện nay. Ở đây có nhiều loại trầm tích được đưa từ lục địa tới và từ các sản phẩm của sinh vật biển. Độ dốc của thềm trung bình từ 2 đến 3 mét/km, trên bề mặt khá bằng phẳng này cũng xuất hiện nhiều thung lũng hẹp và sâu gọi là các hẻm vực dưới biển, thường là do các thung lũng sông trong lục địa kéo dài ra khơi do các đợt băng hà.... Giá trị kinh tế của thềm lục địa rất lớn, bởi ở đây giàu hải sản, nhiều dầu khí và có nhiều ảnh hưởng lớn đến vùng ven biển của lục địa.

Nối tiếp thềm lục địa với chân lục địa (*hình VIII-11*) là sườn lục địa, độ dốc 60 ÷ 70m/km. Ở chân lục địa độ dốc lại giảm đi và kéo dài cho tới đồng bằng biển thẳm của đại

dương. Ở sườn và chân lục địa thường xuất hiện các dòng bùn đất di chuyển chậm chạp với khối lượng khổng lồ, đặc biệt là trước và sau các trận động đất dưới đáy biển, hình thành các nón bùn đất biển sâu. Dòng bùn đất này thường là nguyên nhân đổ vỡ của dàn khoan, của các đường ống dẫn dầu khí, truyền thông dưới biển.



Hình VIII-12. *Sự phát sinh dòng bùn đất do sự trầm tích ở sườn lục địa*

4.3. Các hoạt động địa chất của sóng biển

Sóng biển xuất hiện nhờ gió và các hoạt động khác của biển. Sóng biển có vai trò cực kì quan trọng trong hình thành địa hình vùng bờ biển và cũng có thể thấy có 3 quá trình là tạo vật liệu trầm tích (xâm thực bờ), vận chuyển và tuyển lựa vật liệu trầm tích và tích đọng vật liệu trầm tích.

Các thông số cơ bản dùng để mô tả chuyển động của sóng là bước sóng L, chu kì sóng T và tốc độ truyền sóng v.

$$v = \frac{L}{T}$$

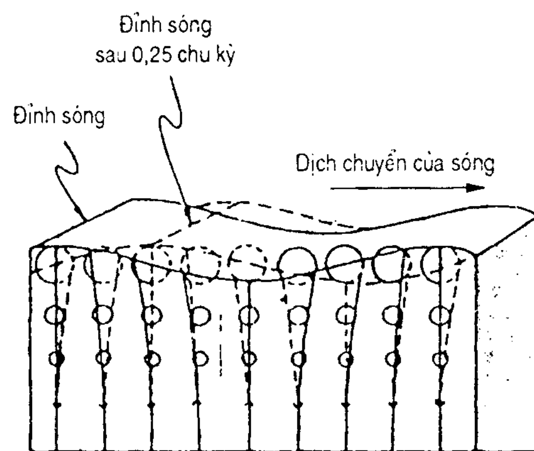
Ngoài ra còn có các đặc trưng phụ thêm như chiều cao sóng **H**, độ sâu mực nước truyền sóng, đà sóng...

Năng lượng của gió, địa chấn, núi lửa... truyền cho nước để tạo ra sóng được thể hiện qua các thông số cơ bản của sóng. Sóng biển hình thành do bão (gió xoáy) thường có biến động lớn theo thời gian. Các sóng có chu kỳ dài (20 giây hoặc lớn hơn) chỉ xuất hiện khi tốc độ gió, thời gian gió và đà sóng cực đại, người ta đã quan sát được sóng có chiều cao **H** tới 30 mét hoặc hơn thế ở các đại dương mở, càng ở xa các nguồn gây sóng thì sóng chuyển động càng có quy tắc hơn. Sóng lớn do bão, do động đất xuất hiện ở xa vùng gây sóng được gọi là sóng dềnh. Việc mô tả sóng khá phức tạp, tuy nhiên ở vùng nước sâu - lớn hơn một nửa chiều dài (bước) sóng thì các bước sóng và tốc độ sóng có thể mô tả bằng hàm số của chu kỳ:

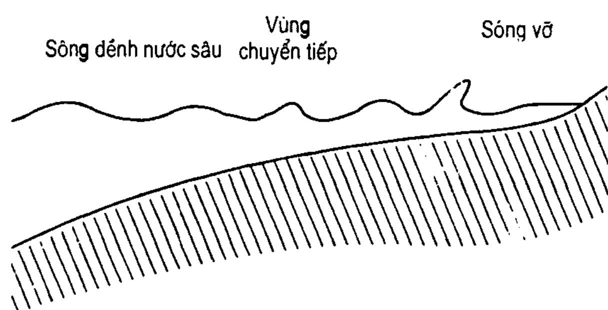
$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \text{ và } v = \frac{gT}{2\pi} \qquad \text{(VIII-2)}$$

Trong đó: g là gia tốc trọng trường.

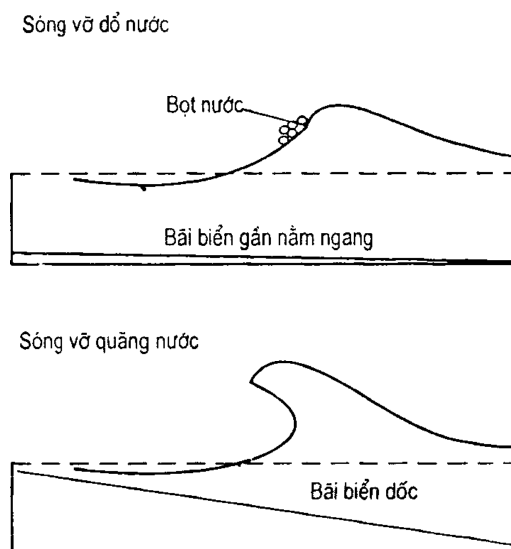
Sau khi chuyển thành sóng dềnh, các nhóm sóng có chu kỳ tương tự truyền về phía trước cho tới khi chúng gặp được bờ biển và gây ra các hoạt động địa chất của vùng ven bờ. Dọc đường di chuyển một mặt sóng bị tiêu hao năng lượng, do trải rộng ra theo chiều ngang của sóng (như ta ném 1 hòn đá xuống nước, sóng sẽ lan rộng ra tứ phía), làm nóng nước do khắc phục các ma sát của nước khi dao động... thì mặt khác cũng có thể được cung cấp thêm năng lượng do gió thổi hoặc do chấn động dưới đất truyền lên... Hiện nay dựa vào các đặc trưng của gió, bão, động đất... có thể tiên lượng được chu kỳ và chiều cao của sóng sẽ truyền tới. Khi sóng tới gần bờ, do ảnh hưởng của bờ, dạng hình sin của các đỉnh sóng, tròn, thấp, chuyển dần sang các dạng sóng đỉnh nhọn, sắc với chiều cao sóng lớn dần lên. Quá trình này bắt đầu khi độ sâu mực nước giảm đến bằng một nửa chiều dài sóng, lúc này cả vận tốc và bước sóng đều giảm, trong khi chu kỳ sóng không đổi, do đó đỉnh sóng phải dâng cao, làm tăng độ dốc sóng dẫn tới hình thành sóng vỡ. Người ta chia ra hai loại sóng vỡ là sóng vỡ kiểu đổ nước và sóng vỡ kiểu quăng nước (*hình VIII-15*).



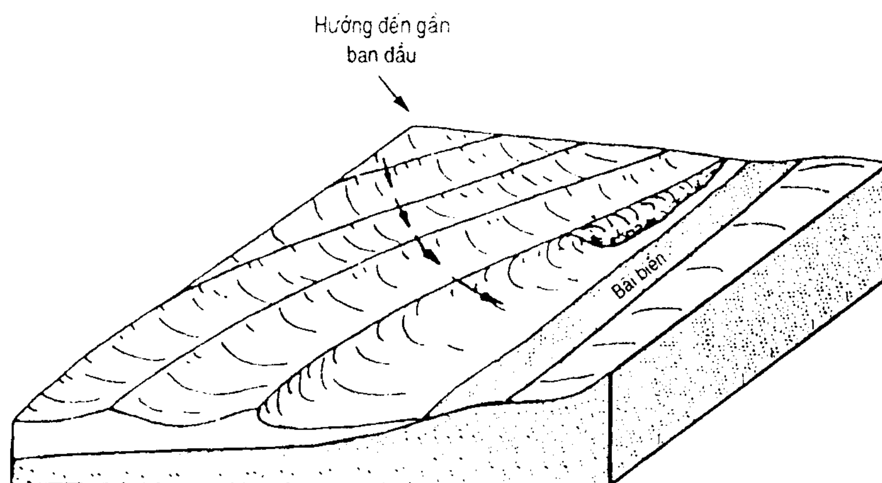
Hình VIII-13. *Chuyển động hình tròn của các hạt nước trong các sóng ở nước sâu*



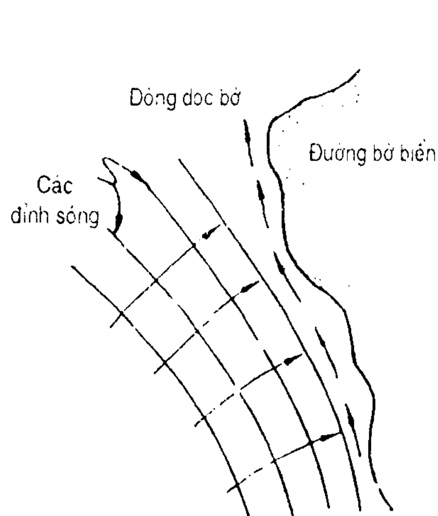
Hình VIII-14. *Thay đổi của sóng khi đến gần bờ*



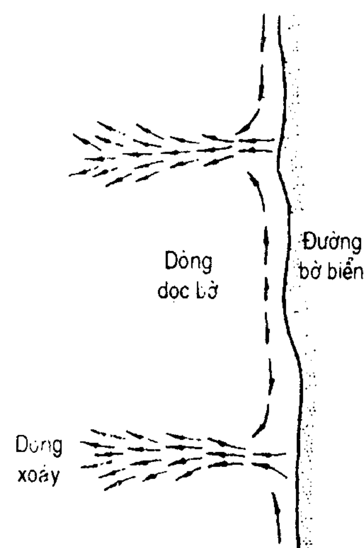
Hình VIII-15. *Sóng vỡ đổ nước và sóng vỡ quăng nước*



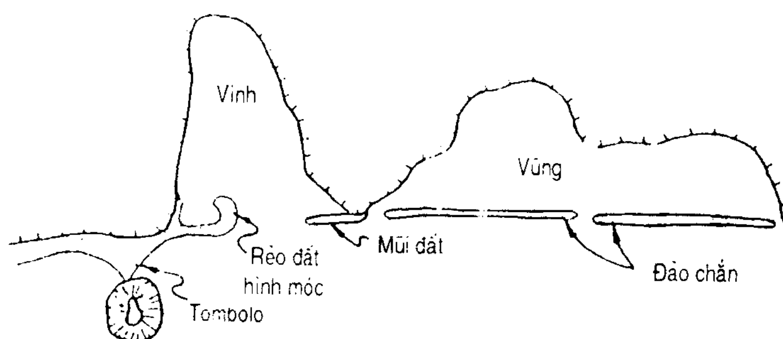
Hình VIII-16. *Hiện tượng khúc xạ khiến các đỉnh sóng tiến tới xiên góc với bờ trở thành song song với bãi biển.*



Hình VIII-17. *Dòng dọc bờ liên quan với các sóng tiến xiên góc vào bờ*



Hình VIII-18. *Một đoạn dòng dọc bờ được giới hạn bởi các dòng xoáy*

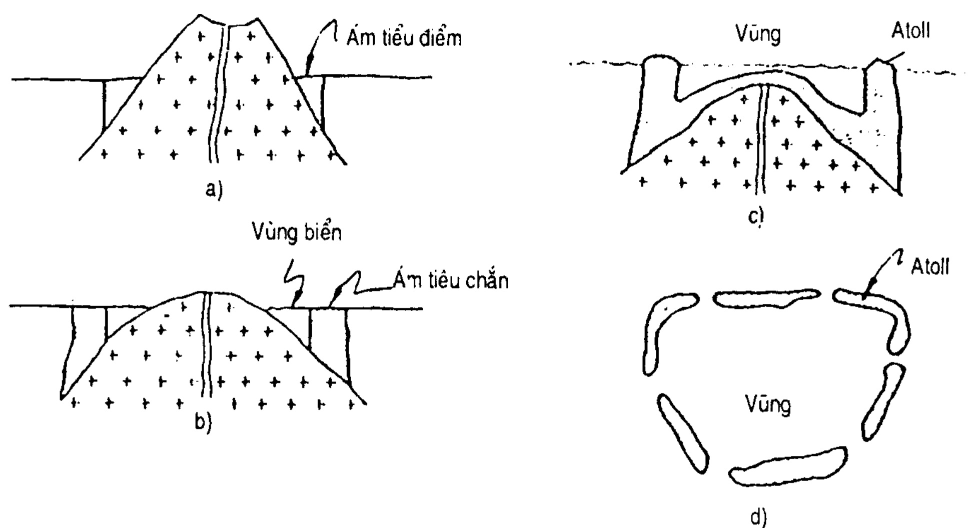


Hình VIII-19. *Các địa hình trầm tích dọc theo bờ biển*

Khi sóng chuyển động vào bờ với một góc xiên lớn thì sẽ xảy ra sự giảm tốc độ sóng không đồng đều trên một con sóng, là nguyên nhân hình thành sóng khúc xạ và hình thành một dòng nước dọc theo bờ biển gọi là dòng bờ. Ở vùng bờ biển, sự tác động của sóng vào bờ càng trở nên mãnh liệt khi có hoạt động của thuỷ triều, của sự thay đổi hướng của sóng, nhất là ở các vùng có biên độ triều lớn (10 ÷ 16m) và thường có bão lớn xảy ra như dọc bờ biển Trung Bộ của nước ta.

Dòng bờ thường không liên tục, mà bị ngắt quãng bởi các hẻm biển hay các cửa sông có nước đổ ra biển lớn và ở đây hình thành các dòng xoáy. Một trong các ảnh hưởng quan trọng nhất của dòng dọc bờ là sự di chuyển bùn cát, đôi khi cả cuội sỏi, dọc theo bờ, bịt các cửa sông, hình thành các đầm phá (phá Tam Giang) hoặc nối đảo với bờ (Bán đảo Sơn Trà).

Với các hoạt động địa chất của sóng ở vùng bờ biển, đường bờ biển được đặc trưng bằng sự thay đổi liên tục, hình thành một thách thức lớn đối với việc quản lí khai thác bờ biển và vùng biển, trước hết là sự tấn công gay gắt và bền bỉ của sóng làm cho đường bờ bị xâm thực khá nhanh (vài mét, thậm chí vài chục mét/năm) làm huỷ hoại các công trình ven biển... Ngoài các quá trình xâm thực bờ, các quá trình trầm tích vật liệu cũng đã lấp đầy các luồng lạch đi lại của tầu thuyền, các cửa thoát lũ của các sông đổ ra biển, và hình thành các dạng bãi biển khác nhau, người ta chia ra 3 loại bờ biển chính là bờ biển trầm tích như bờ biển vùng Nam Bộ, bờ biển vùng châu thổ sông Hồng; bờ biển xâm thực và xâm thực kiến tạo như bờ biển Trung Trung Bộ; bờ biển nguồn gốc sinh vật như bờ biển vùng Trường Sa, Hoàng Sa của nước ta (*hình VIII.20*).



Hình VIII-20: *Sự phát triển của các atoll;*
a) Các ám tiêu điểm được tạo thành quanh một núi lửa hoạt động; b) Các ám tiêu lớn lên theo phương thẳng đứng tạo thành ám tiêu chắn trong khi núi lửa lún sụt và bị bào mòn; c) Lún sụt thêm nữa thì chỉ còn các ám tiêu ở trên mực nước biển; d) Atoll trên bản đồ.

4.4. Các mối nguy hiểm ở vùng bờ biển và các nội dung cần lưu ý

Trong lịch sử phát triển kinh tế xã hội, phần lớn dân cư đã chọn vùng ven biển, nơi mà thuận lợi cũng nhiều, nhưng hiểm họa cũng chẳng ít, dưới đây là một số hiểm họa thường gặp.

- Sự thay đổi mực nước biển

Khác xa bề mặt tĩnh, mực nước biển luôn luôn thay đổi theo các thời gian địa chất, nguyên nhân chủ yếu là sự thay đổi nhiệt độ khí quyển dẫn đến các quá trình tan và đóng băng của nước ở các địa cực và sự chuyển động nâng lên hạ xuống của vỏ quả đất do các hoạt động kiến tạo địa chất khác nhau, hình thành nên các gốc xâm thực khác nhau, biển có thể tiến vào lục địa, tạo địa hình ngập nước như ở Hạ Long hiện nay hay các thềm biển cạn trên lục địa, như các bãi sò hến ở Diễn Châu... gây hư hại các công trình ven biển.

- Bão xoáy nhiệt đới, từ đại dương đổ bộ vào đất liền, gây nên sóng dềnh phá hoại bờ biển và các công trình ven biển, gây ngập mặn các vùng canh tác ven biển. Ở nước ta, suốt 2/3 bờ biển từ Móng Cái tới Vũng Tầu đều thường xuyên bị uy hiếp bởi các trận bão xoáy nhiệt đới. Nguy hại do bão gây ra sẽ tăng thêm khi đồng thời với bão lại có triều cường... Người ta đã quan sát các đợt sóng do bão, động đất gây ra có độ cao rất lớn (gọi là sóng thần) từ 10 đến 30 mét, với bước sóng từ 150 đến 250km, chu kì 10 đến 60 phút, làm ngập lụt cả những vùng rộng lớn ở ven bờ biển.

Hiện nay, với những hiểu biết về quá trình địa chất ở biển nói riêng và quá trình tự nhiên ở biển nói chung, có thể áp dụng các giải pháp nhằm giảm thiểu thiệt hại do biển gây ra, nhưng trước hết cần:

- Nhận biết được các quy luật chung về các hoạt động địa chất ở biển và các hoạt động địa chất riêng của những vùng riêng lẻ.

- Các hoạt động địa chất có tính chu kì, do vậy các tài liệu ghi chép lịch sử cần được coi trọng và trong quy hoạch, thiết kế các công trình không được bỏ qua các sự cố đặc biệt.

- Cần chú ý tới các giải pháp phòng, chống rồi mới đến xử lí các vấn đề địa chất bất lợi.

§5. HOẠT ĐỘNG ĐỊA CHẤT CỦA HỒ VÀ SỰ THÀNH TẠO CÁC TRẦM TÍCH HỒ

Hoạt động địa chất của hồ có thể coi như hoạt động địa chất của biển trên quy mô nhỏ hơn, cường độ yếu hơn, trong đó có sự tham gia rất lớn của thực vật. Các hoạt động này thể hiện rõ ở các hồ có diện tích lớn (vài kilômét vuông trở lên).

Sự xâm thực bờ hồ không lớn lắm và xảy ra chủ yếu ở các bờ đối diện với hướng gió chính. Tuy nhiên, đối với các hồ nhân tạo, do điều kiện ổn định của bờ chưa đạt tới cân bằng mà mức độ xâm thực bờ và bồi lắng lòng hồ tăng lên rất nhiều. Các sản phẩm phá hủy của bờ và của sông mang tới được vận chuyển và tích đọng từ bờ vào lòng hồ. Ở ven bờ trầm tích loại hạt thô như cát, sạn... ở xa hơn, hạt nhỏ dần. Ở trung tâm hồ đọng trầm tích sét, đó là loại trầm tích chủ yếu của hồ.

Ở vùng khí hậu ẩm, trầm tích sét bùn thường chứa nhiều chất hữu cơ, pha vôi, pha silic... Vùng khí hậu khô, ở các hồ nước mặn - đất sét chứa muối, thạch cao. Trầm tích hồ phân bố hẹp, có bề dày mỏng hơn trầm tích biển, có tính phân lớp rõ rệt, phản ánh sự tích đọng biến đổi theo mùa. Các lớp trầm tích thường mỏng, ngoài ra có thể có dạng thấu kính dẹt, đó là dấu hiệu rất đặc trưng của trầm tích hồ và cũng là đặc tính bất lợi nhất của trầm tích hồ trong xây dựng. Sét hồ ở các trạng thái dẻo mềm, chảy, có độ lỗ rỗng lớn, không thấm nước, cường độ nhỏ, kém ổn định.

Khi hồ bị cạn đến mức độ nào đó có thể hình thành đầm lầy. Ngoài ra, đầm lầy còn được tạo thành do sự dâng cao của mực nước dưới đất. Ở vùng đầm lầy, thực vật phát triển và chết đi hình thành nên loại trầm tích bùn than, bùn cây thối và than bùn. Khi xây dựng ở vùng đầm lầy, trên nền đất bùn, bùn than và bùn cây thối .. thì công trình dù nhỏ cũng không bảo đảm điều kiện xây dựng ; việc cải thiện loại đất này thường khá phức tạp và tốn kém...

§6. HIỆN TƯỢNG ĐẤT CHẢY

Đất chảy hay cát chảy là hiện tượng đất mềm rời bão hòa nước chảy vào các công trình đào cắt qua nó như một dịch thể nhớt dẻo. Khối lượng đất chảy có thể nhỏ, nhưng cũng có thể rất lớn ; thực tế đã có những vụ đất chảy tới hàng triệu mét khối...

Đất chảy gây nhiều khó khăn cho công tác đào đất và gây biến dạng ở nền các công trình kế cận. Thực tế cho thấy hiện tượng đất chảy có thể xảy ra ở nhiều loại đất đá khác nhau từ sét đến đất vụn thô (loại này gọi là dòng lũ bùn đá).

6.1. Các loại đất chảy

Đất chảy thường xảy ra trong đất bão hòa nước ở trạng thái đặc biệt. Theo tính chất và nguyên nhân phát sinh đất chảy có thể chia ra làm hai loại là đất chảy giả và đất chảy thật.

1. Đất chảy giả là loại đất chảy do áp lực thuỷ động. Khi chuyển động, nước dưới đất gây ra trạng thái áp suất thuỷ động tác dụng lên các hạt đất đá và được xác định theo biểu thức sau:

$$\theta = \gamma_n J - \frac{\gamma_n}{g}\frac{dq}{dt} \qquad \text{(VIII-3)}$$

Trong đó : θ - áp lực thủy động của nước thấm ; γ - dung trọng của nước ; g - gia tốc trọng trường ; $\frac{dq}{dt}$ - vận tốc nước thấm ; J- gradien thấm

Nước dưới đất vận động hoãn biến, nên vận tốc rất nhỏ so với gradien áp lực, vì vậy có thể bỏ qua thành phần thứ hai. Khi đó, áp lực thủy động là tích của dung trọng nước và gradien áp lực của nước :

$$\theta = \gamma_n J \qquad \text{(VIII-3a)}$$

Phương tác dụng của áp lực thủy động có ý nghĩa rất lớn đối với sự ổn định của đất. Khi áp lực thủy động hướng xuống dưới thì sẽ làm chặt, tăng cường độ và độ ổn định của đất (hiện tượng này xảy ra ở thượng lưu đập, đáy hồ chứa, đáy kênh dẫn...), còn khi áp lực thủy động hướng lên trên có tác dụng làm xốp rời đất (xảy ra ở hạ lưu đập, đáy hố đào hay ở các sườn dốc thấm ướt...), sinh ra hiện tượng đất chảy, xói ngầm.

Khi áp lực thủy động bằng hoặc vượt quá trọng lượng đẩy nổi của các hạt đất đá thì sẽ làm cho hạt đất ở trạng thái lơ lửng và bị di chuyển :

$$0 = \gamma_n J_{th} = \gamma_{dn}$$

$$J_{th} = \frac{\gamma_{dn}}{\gamma_n} \qquad \text{(VIII-4)}$$

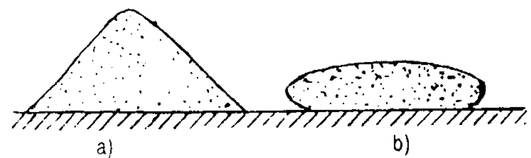
Trong đó: J_{th} là trị số gradien áp lực nước tới hạn.

Nếu coi dung trọng của nước không đổi và bằng một đơn vị ($\gamma_n = 1\, G/cm^3$ thì từ (VIII-4) ta có :

$$J_{th} = \gamma_{dn} \qquad \text{(VIII-5)}$$

tức là trạng thái chảy xảy ra khi gradien áp lực nước thấm bằng dung trọng đẩy nổi của đất.

Trong thực tế đất chảy giả rất dễ thoát nước, đống đất khi thoát nước có dạng hình nón (*hình VIII-21a*), nước thoát ra dễ lắng trong. Nốt chân in trên đất lâu bị xoá sạch.



Hình VIII-21. Phân biệt đất chảy
a) Giả ; b) Thật

2. *Đất chảy thật* là loại đất có keo hữu cơ - khoáng vật bám trên bề mặt hạt đất, tạo lớp màng trơn tựa như chất dầu nhờn, làm cho các hạt dễ trượt lên nhau và chảy, tựa dịch thể dẻo nhớt.

Đất chảy thật có lực dính thấp, hệ số thấm nhỏ, sức chống cắt thấp, biến dạng cao, ở trạng thái chảy dẻo. Đất này có tính xúc biến, dễ chuyển sang trạng thái chảy khi kiến trúc thiên nhiên bị phá hủy.

Đất chảy thật có liên quan đến sự phân hủy chất hữu cơ, thành phần khoáng vật và các hoạt động của vi khuẩn.

Tính chất của đất chảy phụ thuộc nhiều vào tính chất của môi trường nước, lỗ rỗng. Khi nồng độ ion hydro hoặc dung lượng hấp thụ thay đổi, cũng như để khô đất, sẽ dẫn đến đất mất tính xúc biến, cường độ tăng, ổn định với nước và như vậy không xảy ra hiện tượng đất chảy. Đây là đặc tính rất quan trọng để có thể đề ra biện pháp xử lý đất chảy.

Ở đất chảy thật, phần lớn nước ở trạng thái liên kết nên khó tách ra. Nước trong đất lâu lắng trong. Đống đất chảy thực có dạng như tấm bánh dầy (*hình VIII-21b*).

Theo nghiên cứu của nhiều tác giả, đất chảy thật xảy ra trong loại đất có các đặc trưng sau : nhóm hạt nhỏ hơn 5*mm* không dưới 3%, độ lỗ rỗng cao (43 ÷ 45%), độ ẩm phân tử

lớn nhất - trên 4%, tính thấm và tính thoát nước nhỏ, có mặt keo hữu cơ - khoáng vật, dung lượng hấp phụ 5 ÷ 12*mg.dl*, có tính xúc biến, mái dốc thiên nhiên phụ thuộc vào độ ẩm, khi đất khô tính chất thay đổi. Đất chảy thường xảy ra ở độ ẩm gần giới hạn chảy.

6.2. Biện pháp xử lý đất chảy

Muốn xử lý đất chảy cần thu thập các tài liệu về loại đất chảy, phạm vi phân bố, tính chất các tầng đất liên quan với tầng đất chảy, mực nước dưới đất...

Trong trường hợp khai đào hố móng, thi công công trình ngầm... trong vùng đất chảy, tuỳ theo tình hình cụ thể mà xử lý bằng các phương pháp sau :

1. Làm khô nhân tạo đất bão hòa nước bằng thiết bị hạ thấp mực nước dưới đất : giếng châm kim, giếng khoan... Nước dưới đất sẽ không chảy trực tiếp vào hố móng mà chảy ngầm dưới đáy hố móng. Biện pháp này dùng cho đất chảy giả, loại đất chảy do áp lực thủy động. Tuy nhiên, nếu kết hợp các phương pháp khác có thể xử lý được đất chảy thật, ví dụ như kết hợp giếng châm kim với phương pháp điện thấm.

Hạ thấp mực nước dưới đất bằng hố khoan có hiệu quả khi đất đá có hệ số thấm không nhỏ hơn 1*m/ng.đ* và không nhỏ hơn 0,2*m/ng.đ* trong trường hợp dùng giếng châm kim.

2. Chặn đất chảy bằng phương pháp cơ học (cừ thép, cừ gỗ, tường hào, giếng chìm...) hoặc bằng phương pháp hóa học (đông kết đất đá) nhằm tạo "bức tường" bao quanh hố móng để ngăn đất chảy.

Phương pháp cừ chỉ xử lý đất chảy đến độ sâu 25*m*, lớn hơn nữa biện pháp này tiến hành rất khó khăn. Cừ thường đóng tới lớp cách nước, ổn định để tránh hiện tượng đất chảy qua đáy cừ vào hố móng. Vì việc tháo dỡ ván cừ phức tạp, cho nên trong trường hợp kết hợp với mục đích chống thấm lâu dài có thể sử dụng tường hào đất sét vừa tiện lợi, vừa kinh tế.

Trong phạm vi hố móng hẹp và sâu có thể dùng phương pháp giếng chìm. Ở ta đã hạ giếng chìm cho trụ giữa cầu Dành (trên đường số 10), trạm bơm Hữu Bị (Hà Nam), trụ cầu Thăng Long...

3. Cân bằng áp lực gây ra đất chảy bằng không khí nén - phương pháp giếng chìm hơi ép

Dùng áp lực khí nén (thường tới 2,5*at* để cân bằng với áp lực nước gây ra đất chảy. Áp lực nước càng lớn thì áp lực của khí nén càng lớn. Phương pháp này chỉ dùng khi móng hẹp, độ sâu móng lớn vì kỹ thuật thi công khá phức tạp.

Trường hợp công trình phải đặt trên tầng đất chảy thì có thể dùng ngay nó làm nền thiên nhiên hoặc phải tiến hành gia cố, nén chặt - nền nhân tạo. Khi đặt móng công trình trên tầng đất chảy ở dạng nền thiên nhiên thì thiết kế giống như trên nền đất yếu, tải trọng tác dụng nhất thiết không được gây ra lún nhiều, lún không đều. Khi móng đặt không sâu phải khống chế tải trọng tác dụng lên nền, mở rộng móng, có biện pháp bảo vệ kết cấu thiên nhiên của đất ; thiết kế lớp dăm, sạn đệm hoặc lớp bêtông đệm (trường hợp đặc biệt) ở dưới đáy móng. Ngoài ra, công trình thiết kế cần có độ cứng bảo đảm ổn định khi nền lún nhiều, lún không đều.

Khi tầng đất chảy nằm gần mặt đất và có bề dày không lớn thì nên đặt móng ở tầng dưới, chặt và ổn định hơn hoặc trên lớp đệm bằng cát, dăm. Khi móng đặt sâu thì nên sử dụng móng cọc, (chiều dài cọc có thể 30 ÷ 70*m*), giếng chìm (tới độ sâu 80*m*), giếng chìm hơi ép (tới độ sâu 70*m*).

Có thể dùng phương pháp điện thấm (để làm khô đất), phương pháp chấn động ở dưới sâu (để nén chặt đất), phương pháp phụt silicat, hai dung dịch... để cải thiện tính chất của tầng đất chảy.

§7. HIỆN TƯỢNG XÓI NGẦM ĐẤT ĐÁ

Xói ngầm là hiện tượng các hạt đất đá bị lôi cuốn khỏi vị trí ban đầu dưới tác dụng của nước thấm ; trong đất đá dần dần hình thành các khe hổng. Xói ngầm phát triển lớn có thể gây sụt lún mặt đất, hư hỏng công trình. Ở Việt Nam nhiều cống luồn qua đê đã bị hư hại do xói ngầm.

7.1. Điều kiện phát sinh, phát triển xói ngầm

Xói ngầm xảy ra chủ yếu do năng lượng cơ học của dòng thấm, vì vậy có thể thấy điều kiện phát sinh, phát triển bao gồm :

1. Về đất đá : Đất đá phải có các lỗ rỗng lớn để cho các hạt vụn có thể đi qua được. Chẳng hạn trong đất vụn rời, nếu trong đất đá chỉ có 2 cỡ hạt hình cầu với đường kính hạt là D và d thì giữa các hạt lớn có thể hình thành lỗ rỗng với kích thước lỗ rỗng trung bình là $dr = \frac{2}{5}D$, còn lỗ rỗng bé nhất có đường kính $d_{min} = \frac{1}{8}d_r$. Như vậy, các hạt nhỏ chui qua lỗ rỗng giữa các hạt lớn khi quan hệ giữa chúng :

$$\frac{D}{d} \geq \frac{8}{1}.\frac{5}{2} = 20$$

Vậy điều kiện cần thiết để có xói ngầm trong đất rời là :

$$\frac{D}{d} \geq 20 \qquad \text{(VIII-6)}$$

Trong đó : D - đường kính của hạt lớn ; d - đường kính của hạt nhỏ, bị xói rửa.

Tất nhiên, khi đất đá có nhiều cỡ hạt thì thông thường là đường kính lỗ rỗng bị giảm đi. Hiện tượng xói ngầm khó xảy ra hơn.

Trong thực tế, với hai tầng thấm nước khác nhau, dòng thấm từ tầng thấm yếu sang tầng thấm mạnh, thì xói ngầm có thể xảy ra khi sự chênh lệch hệ số thấm quá 2 lần :

$$\frac{k_2}{k_1} \geq 2 \qquad \text{(VIII-7)}$$

Trong đó : k_1, k_2 là hệ số thấm ở lớp 1 và 2.

Đối với đá cứng nứt nẻ, đặc biệt là nứt nẻ kiến tạo, thì về điều kiện lỗ rỗng thông thường là đã thoả mãn để phát sinh xói ngầm. Nhưng do các hạt có gắn kết cứng chắc, muốn xói ngầm đòi hỏi phải có năng lượng để phá vỡ mối liên kết giữa các hạt với nhau, nên khả năng xảy ra xói ngầm khó hơn, chậm hơn.

2. *Về nước thấm* : Năng lượng dòng thấm phải đủ lớn. Đối với đất dính và đất đá liên kết chắc, năng lượng dòng thấm (bao gồm cả cơ năng và hóa năng) phải đủ để hòa tan hoặc tách vỡ cơ học mối liên kết giữa các hạt. Thông thường, năng lượng này phải xác định bằng thực nghiệm cho từng loại đất đá và từng loại nước khác nhau.

Đối với đất rời thì năng lượng cơ học phải đủ để đẩy nổi các hạt vụn, tức là gradien dòng thấm phải lớn hơn hoặc bằng dung trọng đẩy nổi của các hạt vụn rời theo công thức $J_{th} \geq \gamma_{dn}$, trong đó : J_{th} - gradien thấm tới hạn ; γ_{dn} - dung trọng đẩy nổi của hạt bị xói ngầm trong đất đá vụn.

Để xác định vận tốc bắt đầu có khả năng vận chuyển các hạt cát nhỏ trong cát hạt lớn, khi dòng thấm từ dưới lên, S.V.Igơbax đã đưa ra công thức xác định vận tốc tới hạn v_{th} (sau đó đã được L.I. Kogơlov bổ sung) :

$$v_{th} = 0{,}26d^2\left[1 + 1000\left(\frac{d_{60}}{D_{60}}\right)^2\right], cm/s \quad \text{(VIII-8)}$$

Trong đó: d - đường kính trung bình cát hạt nhỏ ; d_{60} và D_{60} - đường kính hạt mà những hạt có kích thước bằng và nhỏ hơn chiếm 60% tổng khối lượng khô của lớp cát hạt nhỏ và hạt lớn.

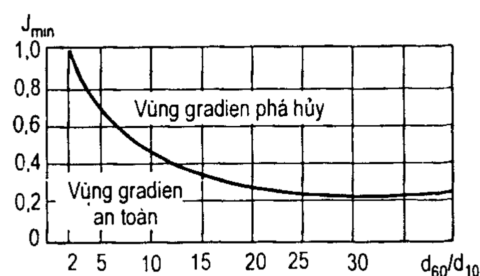
Công thức này chỉ dùng cho cát đồng nhất có đường kính 0,088 ÷ 0,5*mm* và dăm đồng nhất có đường kính 2 ÷ 3 đến 12 ÷ 15*mm*.

Hiện nay, trong lĩnh vực xác định điều kiện xói ngầm đã có nhiều công trình thực nghiệm khác nhau. E.A.Zamarin dựa vào quan hệ giữa độ rỗng và dung trọng hạt đã đưa ra công thức xác định J_{th} :

$$J_{th} = \left(\frac{\gamma_h}{\gamma_n} - 1\right)(1 - n) + 0{,}5n \quad \text{(VIII-9)}$$

Trong đó: γ_h - dung trọng hạt ; γ_n - dung trọng nước ; n - độ rỗng của đất.

V.C. Istomina (1948) đã nghiên cứu và lập đồ thị xác định quan hệ giữa vận tốc thấm và gradien thấm với độ không đều của cỡ hạt $\left(\frac{d_{60}}{d_{10}}\right)$ cho trường hợp dòng thấm từ dưới lên (*hình VIII-22*). Đồ thị cho thấy độ không đều càng lớn thì J_{th} càng nhỏ. Đất khó xói ngầm là đất có cỡ hạt gần nhau.



Hình VIII-22. *Đồ thị quan hệ giữa gradien thấm tối thiểu (an toàn) và mức độ không đồng nhất của đất khi dòng thấm từ dưới đi lên.*

7.2. Biện pháp xử lý xói ngầm

Khi nghiên cứu xói ngầm, người ta phải làm sáng tỏ thành phần khoáng vật và thành phần cỡ hạt, kiến trúc, cấu tạo, điều kiện thế nằm của đất đá, thành phần và tính chất của nước thấm, gradien thấm cũng như động thái của nước mặt. Từ đó xác định vùng có nguy cơ xói ngầm và lựa chọn các biện pháp phòng ngừa.

1. Điều tiết dòng thấm: Có thể thông qua điều tiết dòng nước mặt hay biện pháp kéo dài dòng thấm nhằm giảm nhỏ gradien thấm thực tế, giảm hoặc triệt tiêu hẳn xói ngầm, như dùng sân phủ, tường cừ, màn chắn, khống chế nước mặt dao động...

2. Gia cố đất đá để tăng trị số gradien thấm tới hạn như đầm chặt đất, phun vữa gắn kết đất đá để giảm độ rỗng và tăng cường liên kết của các hạt đất đá với nhau. Biện pháp gia cố thích hợp cho công trình đất đắp, cho nền công trình có gradien thấm cao.

3. Tạo lớp đất chống xói ngầm bằng cách đặt các thiết bị lọc ngược để tạo lớp lọc tự nhiên, giảm gradien thấm và không cho hạt đất đá đi qua. Thiết bị lọc ngược thích hợp với công trình đắp, thường bố trí sau tường chắn, vách âu thuyền, hạ lưu đập, cống nước...

§8. HIỆN TƯỢNG KARST (CACXTƠ)

Karst là hiện tượng nước trên mặt, nước dưới đất rửa lũa đất đá, tạo nên các khe rãnh, các hang động ngầm, (Karst -Kar là tên gọi một làng ở Nam Tư, nơi lần đầu tiên nghiên cứu hiện tượng này). Ở nước ta, karst thành tạo các hang động trong đá vôi ở Hà Tây, Lạng Sơn, Mộc Châu, Ninh Bình, Phong Nha...

8.1. Các hình thái karst

Do tính không đồng nhất của đất đá cũng như sự biến động theo không gian và thời gian của các nhân tố tự nhiên mà karst rất đa dạng. Theo quan điểm hình thái, karst được chia ra 4 loại sau :

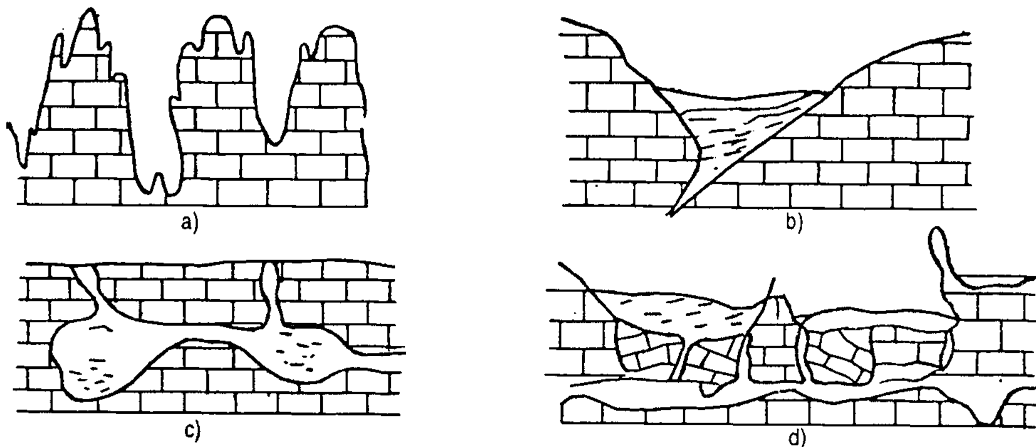
Đá tai mèo và rừng đá là hình thái đặc trưng cho karst mặt. Đất đá không đồng nhất, dưới tác dụng hòa tan đã hình thành các tảng đá sót ở các dạng cây đá, cột đá xen kẽ các khe rãnh hẹp dọc ngang. Trên các cây đá, cột đá lại tiếp tục bị chia xẻ nhỏ hơn hình thành các chỏm nhọn hoắt, nhấp nhô như tai mèo (*hình VIII-23a*).

Phễu karst và động hút nước là các lỗ hút nước mặt ở trong đá. Karst có dạng phễu, dạng hang động... với kích thước vài mét đến vài chục mét (*hình VIII-23b*). Thường thường dưới đáy phễu, đáy động hút nước có phủ một lớp tàn tích vụn nát lẫn nhiều cây cỏ mục. Vị trí phễu và động karst thường có liên quan với các khe nứt kiến tạo, mặt phân lớp, các đới phá huỷ kiến tạo.

Động karst và sông ngầm là sự phát triển cao của karst ngầm (*hình VIII-23c*). Kích thước karst có khi tới hàng trăm mét, phổ biến là hàng chục mét. Các động karst thường được nối liền với nhau bằng các đường hầm karst, qua đó nước chuyển động, gọi là sông ngầm. Sông ngầm có thể dài từ vài chục mét đến vài nghìn mét, với lưu lượng từ vài mét

khối tới vài chục mét khối giây. Ở nước ta đã phát hiện sông ngầm nhỏ trong các vùng đá vôi thuộc Cao Bằng, Lạng Sơn, Mộc Châu, Phong Nha...

Vùng trũng và thung lũng karst là thành quả cuối cùng của karst ngầm (*hình VIII-23d*). Khi karst ngầm phát triển mạnh, các hang động mở rộng có thể gây sụt vòm, tạo nên các vùng trũng karst. Khi vùng trũng có kích thước lớn hay nhiều vùng trũng ăn thông với nhau gọi là thung lũng karst. Đáy thung lũng thường tồn tại các phễu karst. Lũng karst ngập nước tạo hồ karst như hồ Ba Bể...



Hình VIII-23. *Các hình thái karst*
a) Đá tai mèo và rừng đá ; b) Phễu karst ;
c) Động karst và sông ngầm ; d) Thung lũng karst

8.2. Ý nghĩa của việc nghiên cứu karst

Trong vùng đá karst, nước trên mặt rút hết xuống sâu nên hạn hán thường xuyên đe dọa sản xuất nông nghiệp, chăn nuôi, sinh hoạt. Các công trình dâng nước, do nước thấm qua các hang động karst, nhiều khi không thể dâng nước được. Đập, đường giao thông... có thể bị sụp đổ do nền có hang động. Nước ở các hang động có thể chảy vào hố móng, các công trình ngầm. Ở nước ta cũng như trên thế giới đã không ít công trình bị thất bại trong vùng đá karst. Vì vậy cần phải hiểu biết về karst để tránh các nhược điểm và phát huy các ưu điểm của nó, như dùng nước karst để tưới, lợi dụng các hang động karst để làm hồ tích năng, đường dẫn nước, bố trí nhà máy, xí nghiệp ngầm...

Mặt khác, vùng đá vôi karst còn là nơi có cảnh vật muôn hình như Tam Thanh, Nhị Thanh, Phong Nha, Non Nước, Hương Tích, Hạ Long, Bái Tử Long với địa hình ngập nước với nhiều cảnh sắc rất kỳ dị... mà thiên nhiên đã xây dựng sẵn cho ta.

8.3. Điều kiện phát sinh, phát triển karst

Karst phát triển trong các điều kiện sau đây :

- Về đá : đá có tính hòa tan và thấm nước mạnh.
- Về nước : nước luôn luôn vận động và có năng lực hòa tan.

1. Điều kiện về đá

Tính hòa tan phụ thuộc vào loại đá. Trong các điều kiện khác như nhau, mức độ hòa tan tăng dần từ đôlomit đến đá vôi, thạch cao, muối mỏ. Các khoáng vật có năng lực kết tinh lớn thì khó hòa tan. Mức độ hòa tan còn phụ thuộc kích thước hạt và các tạp chất trong đá. Đá kiến trúc hạt nhỏ, có chứa pirit (FeS_2) có khả năng hòa tan cao, ngược lại, đá kiến trúc hạt lớn, chứa nhiều sét, sắt, silit thì khả năng hòa tan giảm đi.

Tính thấm nước của đá phụ thuộc mức độ nứt nẻ của đá. Đá nứt nẻ mạnh (trường hợp có khe nứt kiến tạo, đứt gãy...) thì diện tiếp xúc giữa nước và đá tăng lên, tốc độ lưu động của nước lớn, do đó khả năng hòa tan lớn. Các tầng kẹp không thấm nước trong đá đã hạn chế phạm vi phát triển karst.

2. Điều kiện về nước

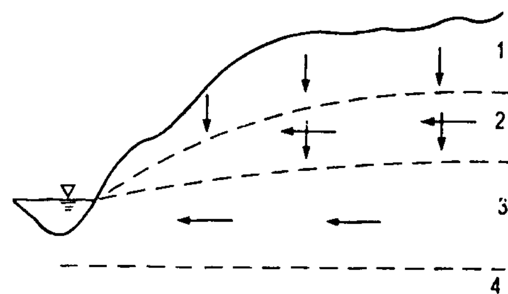
Nước có năng lực hòa tan khi chứa CO_2 xâm thực và các axit khác. Sự vận động của nước là điều kiện thuận lợi cho việc giảm nồng độ cacbonat, tăng khả năng xâm thực hóa học của nước. Do quan hệ phụ thuộc này, ta chia ra các đới karst sau (*hình VIII-24*):

- Đới nước vận động thẳng đứng thì karst phát triển chủ yếu là thẳng đứng;

- Đới nước vận động hỗn hợp, karst phát triển theo cả hai phương : thẳng đứng và nằm ngang, hình thái karst rất phức tạp;

- Đới nước vận động nằm ngang, karst phát triển theo phương ngang;

- Đới ngừng trệ, karst không phát triển được, trong hốc karst thường có bùn cát lấp đầy.



Hình VIII-24. *Các đới karst*
1. Đới thẳng đứng ; 2. Đới hỗn hợp ; 3. Đới nằm ngang ; 4. Đới ngừng trệ.

8.4. Các nhân tố ảnh hưởng đến quá trình phát triển karst

Nhân tố ảnh hưởng đến quá trình phát triển karst thì có rất nhiều, nhưng ở đây ta chỉ nêu một số nhân tố chính.

Nhân tố đầu tiên chi phối quy luật phát triển karst là cấu trúc địa chất của khu vực, nổi bật nhất là các hệ thống khe nứt, mặt phân lớp và các đới phá hủy kiến tạo. Khi các tầng đá nằm ngang, khe nứt kém phát triển thì các hang động karst phát triển nông, thưa và chậm chạp. Ở các vùng đá uốn nếp, khe nứt kiến tạo phát triển mạnh, thì karst phát triển sâu, tốc độ lớn và thường kéo dài theo các đới phá hủy, các kiến tạo chính.

Ở vùng có sự nâng lên, hạ xuống của mặt đất thì karst phát triển theo nhiều tầng, nhiều đới khác nhau. Điều đó giải thích sự xuất hiện các hang động trên sườn núi cao và chìm sâu hàng trăm mét dưới mực nước hiện tại.

Vị trí địa hình và độ dốc địa hình ảnh hưởng rất lớn đến hình thái phát triển karst. Ở vùng phân thủy, karst phát triển theo kiểu đá tai mèo và rãnh nông. Ở vùng chân dốc là các phễu và hang động hút nước, các hang động ngầm.

Sự dao động mực nước mặt có ảnh hưởng rất lớn đến tốc độ và hình thái phát triển karst ở các dải đá ven bờ. Khi mực nước dao động lớn, nước dưới đất cũng dao động theo, vận động nhanh hơn làm tăng mức độ karst hóa. Vị trí gốc xâm thực địa phương thay đổi sẽ làm biến đổi các đới phát triển. Mưa nhiều và mưa không đều làm cho động thái nước dưới đất thay đổi nhiều hơn và đá hòa tan mạnh hơn.

Động vật và thực vật trên mặt đá có thể làm tăng tốc độ hòa tan đá một cách gián tiếp, như làm tăng dòng nước ngấm xuống khi mưa, hay tiết ra các chất có tác dụng làm tăng tính hòa tan của nước đối với đá ; mặt khác, các lớp phủ thực vật có tác dụng bảo vệ lớp phủ tàn tích sẽ làm giảm mức độ phát triển karst.

Việc xây dựng hồ chứa, kênh dẫn, khai thác nước dưới đất,.. của con người cũng có ảnh hưởng đến xu thế phát triển karst.

Ở nước ta, các vùng phân bố đá vôi rất rộng rãi, trước hết là ở Bắc Bộ, sau đó là Trung Bộ. Ở Nam Bộ thì có ít hơn. Tổng cộng diện tích đá vôi chiếm 1/6 diện tích toàn quốc, riêng ở miền Bắc có khoảng 50.000 km^2(chiếm 1/3 diện tích). Theo M.A. Đubaxenkô, karst đá vôi ở Việt Nam điển hình cho karst nhiệt đới với những đặc điểm sau :

- Vì điều kiện ảnh hưởng đến quá trình karst rất phong phú (mưa nhiều, nước mưa chứa nhiều axit và vi sinh vật) mà có những biểu hiện karst rất mạnh mẽ.

- Karst phát triển dưới rừng thực vật mà nhiều nơi có lớp sét tàn tích dày, tạo thành karst che phủ loại trung gian giữa karst trơ trụi của miền khí hậu cận nhiệt đới (Địa Trung Hải) và karst phủ kín của miền ôn đới quanh năm mưa nhiều và có mùa lạnh sâu sắc.

- Có những hình thái karst trên mặt và ngầm khá độc dáo như mũi nhọn lởm chởm, hang động, sông ngầm...

- Có loại núi sót, đá sót nằm rải rác, ngổn ngang như đàn trâu đen trên đồng cỏ là loại hình thái rất đặc biệt của karst.

8.5. Xử lý karst khi xây dựng

Trong những năm qua, chúng ta đã xây dựng thành công nhiều công trình thủy lợi ở vùng đá vôi như hồ chứa Cẩm Ly (Quảng Bình), Pắc Bó (Cao Bằng) cũng như nhiều tuyến đường giao thông qua vùng karst. Các công trình thủy điện cỡ lớn như Lô-Gâm, Hoà Bình, Sơn La, Thác Bà... đều nằm trong vùng đá vôi karst. Vì vậy, cần phải có các hiểu biết về karst ở Việt Nam để có thể bảo đảm cho công trình xây dựng được an toàn và kinh tế.

Thi công, xử lý karst thì không khó. Vấn đề cơ bản và khó khăn nhất là làm thế nào tìm ra được quy luật phát sinh phát triển, mức độ và vị trí phân bố karst. Vì chỉ có như vậy mới đề ra được biện pháp xử lý thích hợp nhất. Cho nên, khi nghiên cứu karst cho xây dựng cần tìm hiểu : vị trí phân bố, hướng phát triển karst, mức độ và vật chất lấp nhét, tính chất đá, các hệ thống khe nứt, đứt gãy, uốn nếp, các tầng kẹp không thấm... Những tài liệu trên đây không chỉ quyết định vị trí công trình mà còn quyết định cả hình thức kết cấu, biện pháp xử lý và biện pháp thi công công trình.

Biện pháp xử lý karst có thể tiến hành như sau:

- Sửa sang mặt bằng lãnh thổ (thường đi kèm với việc dùng đất sét để trét bịt khe nứt, lấp hố sụt và phễu cùng những vị trí gồ ghề khác của địa hình), đồng thời điều tiết dòng chảy mặt và làm kênh rãnh tiêu thoát nước từ nơi sản xuất.

- Phụt xi măng vào đá theo diện khi đá bị hoà tan là nền trực tiếp của công trình để làm cho đá được liền khối, tăng thêm độ bền, độ ổn định và độ cách nước.

- Xây móng trụ sâu, khi tầng đá bị karst hoá không dày ta dùng cọc cắt qua. Những trụ này chôn sâu tới tầng ổn định phía dưới bảo đảm cho công trình an toàn.

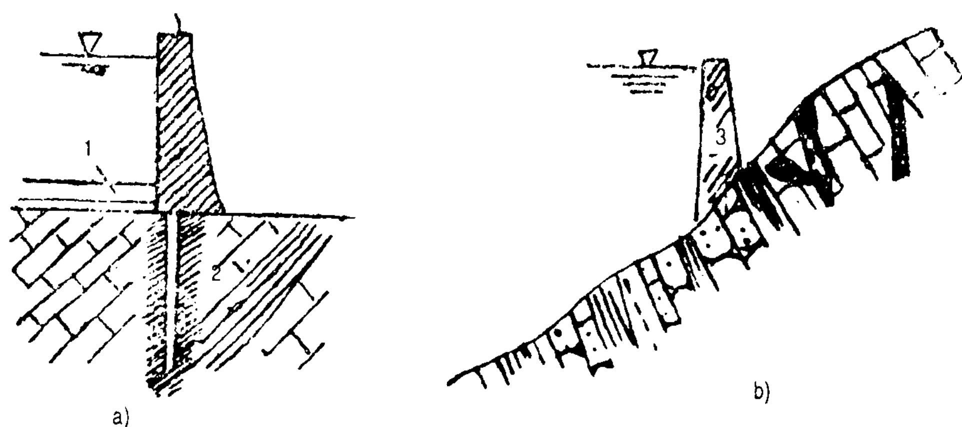
- Nén chặt và gia cố đất đá: Khi xây dựng các công trình ngầm, moong khai thác và móng hố sâu thường phụt xi măng vào đất đá ở phạm vi đường chu vi công trình, vào vỏ công trình ngầm.

- Làm màn chống thấm đề phòng mất nước do thấm qua nền hoặc vai đập bằng cách bơm vữa xi măng vào lỗ khoan đã khoan dọc mặt chịu áp của đập. Màn chống thấm còn dùng để bảo vệ hố móng và các phần ngầm của công trình. Trong trường hợp này có thể dùng các loại dung dịch sét, bitum, vữa xi măng.

- Các biện pháp kết cấu để chống karst: Có thể điều chỉnh độ sâu đặt móng, làm đệm đá dăm, bê tông hoặc bê tông cốt thép lót vào dưới móng, tăng cường cốt thép cho công trình (đai bê tông cốt thép ở đỉnh móng và sàn giữa các tầng nhà), hạn chế số tầng nhà và mật độ xây dựng...

- Biện pháp đê quai và giếng vây nhằm giữ nước trong hồ chứa khỏi thấm mất đi theo các phễu, hang, động karst. Biện pháp này chỉ xử lý khi karst phát triển ở gần mực nước dâng của hồ chứa.

- Karst phát triển ngầm thì tiến hành khoan phụt vữa để lấp nhét khe hở, hang động. Vữa thông thường là xi măng, sét, bitum. Ở các công trình thuỷ lợi, người ta thường bố trí để vữa phụt tạo màn chắn không thấm nước dưới nền công trình dâng nước hoặc dọc theo bờ hồ chứa, trong đá karst *(hình VIII-25a)*.



Hình VIII-25. *Xử lý karst.*

a) Sơ đồ sân phủ và màn chắn; b) Đê vây

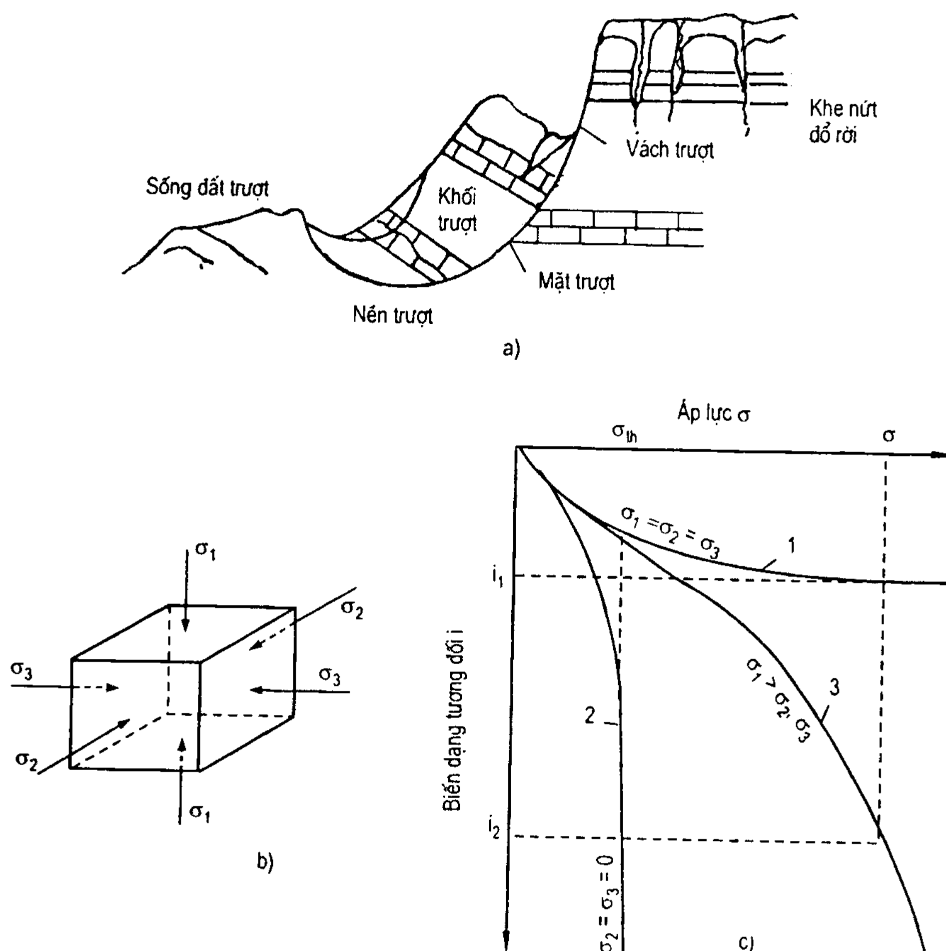
1. Lớp sét luyện sân phủ; 2. Màn chắn bằng khoan phụt; 3. Đê vây bằng bêtông; 4. Đá vôi karst hoá.

- Giảm khả năng hoà tan của nước bằng phương pháp trung hoà. Người ta cho muối khoáng vào nước, làm cho nước bão hoà các thành phần vật chất để nước không gây ra sự xâm thực đá ở nơi xây dựng. Ở trong phạm vi lòng hồ, nếu vùng phân bố đá vôi hẹp và ở độ cao gần mực nước hồ, có thể dùng biện pháp đê vây hay giếng vây để ngăn nước hồ với khu vực karst có nguy cơ mất nước *(hình VIII-25b)*

§9. HIỆN TƯỢNG TRƯỢT ĐẤT ĐÁ

Trượt đất đá là hiện tượng di chuyển của các khối đất đá, thường là đất đá loại sét, với các đất đá nằm trên nó, theo một mặt trượt nào đấy ở các sườn dốc. Sự di chuyển đó xảy ra với tốc độ khác nhau, từ vài *milimét/ng.đ* đến vài *mét/h*, rất ít khi đến hàng chục *mét/h*. Khối đất đá bị dịch chuyển gọi là khối trượt. Chiều rộng khối trượt có thể tới hàng trăm mét, thể tích có thể tới hàng triệu mét khối hoặc hơn nữa. Cần phân biệt hiện tượng trượt đất đá với hiện tượng đá đổ, đất sụt - hiện tượng di chuyển nhanh, đột ngột dưới dạng lăn, lở của các khối đất, khối đá ở các bờ dốc đứng. Trượt đất đá có thể phá hoại đường giao thông, nhà ở, đập dâng nước... đặt ở trên sườn dốc hay dưới chân dốc trượt.

Quá trình trượt đất tạo nên địa thế trượt. Đặc điểm của nó là mấp mô dạng bậc với các khe nứt và vách trượt làm ranh giới phía trên của khối trượt *(hình VIII-26)*.



Hình VIII-26. *Hiện tượng trượt đất.*

a) Mặt cắt dọc khu trượt (hình trên); b) Sơ đồ áp lực của phân tố đất ; c) Đường cong biến dạng.

Ở nước ta, trượt đất xảy ra ở rất nhiều nơi như các triền sông Hồng, sông Thái Bình, sông Mê kông... ở các tuyến giao thông như đường số 6, đường số 4... Do đó chi phí về xử lý trượt đất hàng năm rất lớn. Hiện tượng trượt mái kênh, mái hố móng đã làm tăng khối lượng công tác và kéo dài thời gian thi công. Khối lượng đào đất ở nhiều đoạn kênh đào Panama tăng gấp 5 ÷ 6 lần so với thiết kế là do trượt đất gây ra.

9.1. Nguyên nhân gây ra trượt đất đá

Để hiểu được bản chất của trượt đất đá, ta hãy nghiên cứu hiện tượng chảy dẻo của đất loại sét.

Quá trình nén chặt đất trong thiên nhiên khi địa hình nằm ngang là quá trình nén không nở hông. Điều kiện đó có thể thực hiện được trong phòng thí nghiệm bằng cách cho bao quanh mẫu đất một vòng kim loại hoặc tạo ra áp lực hông bằng áp lực thẳng đứng, tức là khi $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$ (*hình VIII-26b*). Trạng thái ứng suất đó gọi là trạng thái ứng suất thủy tĩnh.

Cường độ biến dạng với sự tăng ứng suất thủy tĩnh sẽ dần dần giảm xuống. Vì vậy, quan hệ giữa biến dạng tương đối (giả sử là biến dạng thẳng đứng) của mẫu đất với áp lực σ là đường cong thoải dần (đường *1* trong *hình VIII-26c*). Tromg trường hợp $\sigma_2 = \sigma_3 = 0$, biến dạng tương đối sẽ tăng hơn nhiều khi tăng σ_1 (đường *2* trong *hình VIII-26c*) ; sau khi áp lực σ_1 đạt trị số tới hạn σ_{th}, biến dạng tăng lên đột ngột và khi áp lực cố định, biến dạng vẫn tiếp tục tăng. Trị số σ_{th} đặc trưng cho giới hạn bền của mẫu đất khi bị nén. Biến dạng của mẫu đất tại áp lực này gọi là biến dạng chảy.

Có thể tiến hành những thí nghiệm trong điều kiện mẫu đất chịu áp lực bên có trị số nhỏ hơn σ_1. Hiện tượng sẽ xảy ra như đường cong *3* (*hình VIII-26c*) ; đoạn đầu là tổng hợp kết quả của cả quá trình nén và chảy của đất. Khi tăng σ_1 có nghĩa là tăng hiệu ứng suất chính, biến dạng chảy tăng lên.

Kết quả của nhiều thí nghiệm cho thấy trong điều kiện độ bền như nhau, khả năng và cường độ chảy của đất sét sẽ tăng cùng với sự tăng của hiệu các ứng suất chính. Khi giảm σ_1 giới hạn bền chịu nén của mẫu đất sẽ tăng lên nhanh hơn.

Một vật thể ở trạng thái chảy, độ bền của nó chủ yếu là do lực dính và được đặc trưng bằng biểu thức :

$$\sigma_1 - \sigma_3 = 2C \qquad \text{(VIII-10)}$$

Trong đó : σ_1, σ_3 - ứng suất chính lớn nhất và nhỏ nhất ; C - lực dính.

Nếu hiệu các ứng suất chính vượt quá *2C*, đất bắt đầu chảy. Để đánh giá khả năng ổn định chảy của đất, người ta dùng hệ số ổn định $K_{ôđ}$:

$$K_{ôđ} = \frac{2C}{\sigma_1 - \sigma_3} \qquad \text{(VIII-11)}$$

Ở trạng thái tới hạn $K_{ôđ} = 1$; khi $K_{ôđ} > 1$, đất ở trạng thái ổn định ; khi $K_{ôđ} < 1$, đất ở trạng thái chảy.

Các loại đá cứng chỉ có thể chảy khi các ứng suất chính chênh lệch rất lớn, cho nên biểu hiện chảy chỉ xuất hiện khi đá ở sườn rất dốc, ở vách giếng sâu.

Biểu thức trên cho ta thấy sự chảy của đất có thể do ảnh hưởng của hiệu ứng suất chính gọi là chảy dẻo cơ học, còn loại giảm độ bền (lực dính) dưới tác dụng của các quá trình hóa lý, được gọi là chảy dẻo hóa lý.

1. Chảy dẻo cơ học

Một phân tố đất nằm ở sườn dốc sẽ có ứng suất chính lớn nhất σ_1 tạo bởi trọng lượng các lớp đất đá nằm trên nó và ứng suất chính nhỏ nhất σ_3 là áp lực hông. Trị số σ_3 nhỏ nhất về phía sườn dốc. Sự thay đổi $\sigma_1 - \sigma_3$ có thể do tác dụng đào xói bờ cửa sông, do các công trình đào cắt chân dốc (đường sá, kênh mương...), công trình xây dựng ở trên sườn dốc, do chất tải, do xe chạy... Những tác động này đã làm giảm hệ số ổn định và do vậy đất đá dễ sinh biến dạng chảy.

Cường độ biến dạng chảy của đất đá không chỉ phụ thuộc vào trị số tuyệt đối của hiệu $\sigma_1 - \sigma_3$. Thực nghiệm cho thấy rằng hiệu $\sigma_1 - \sigma_3$ tăng do σ_3 giảm sẽ gây biến dạng chảy mạnh mẽ hơn trường hợp tăng σ_1 tới 2,5 đến 3,5 lần. Chẳng hạn, có thể chất tải để tạo nên trị số $\Delta\sigma_1$ hoặc đào chân dốc để tạo trị số $\Delta\sigma_3$ thì sự phá hủy như nhau khi :

$$\Delta\sigma_3 = \eta\Delta\sigma_1 \qquad \text{(VII-12)}$$

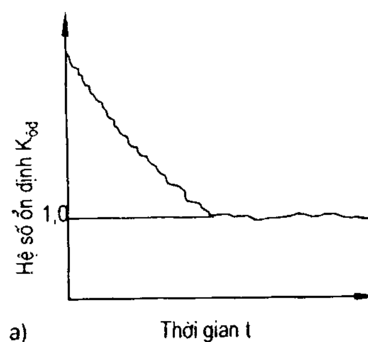
Trong đó : $\eta = 0{,}2 \div 0{,}4$.

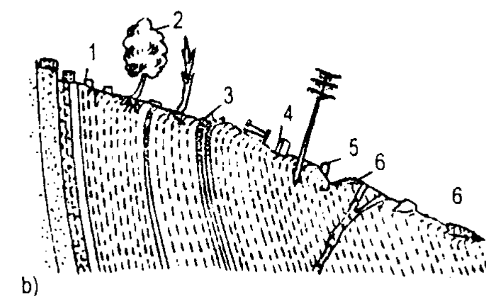
2. Chảy dẻo hóa lý

Lực dính của đất là do lực Vanđecvan (lực dính nguyên sinh) và lực ion (lực gắn kết do các muối thạch cao, canxit, sắt tích đọng). Ảnh hưởng của lực Vanđecvan sẽ giảm do đất bị nở, còn ảnh hưởng của lực ion giảm do màng liên kết ximăng bị phá hủy.

Quá trình khô ướt xen kẽ nhau làm cho cường độ của đất đá ở trên mặt đất giảm đi. Ảnh hưởng này chỉ có tác dụng đến độ sâu nhất định. Lực dính kết của đất và hệ số ổn định biến đổi theo thời gian như *hình VIII-27a*. Kết quả của các chu kỳ khô ướt xen kẽ nhau đó làm cho hệ số ổn định giảm dần tới đơn vị. Thời kỳ khô có thể lớn hơn đơn vị, còn thời kỳ mưa nhỏ hơn đơn vị. Trong đất đá xuất hiện hiện tượng trượt dòng. Đặc trưng của loại trượt này là tốc độ di chuyển biến đổi theo mùa và giảm theo chiều sâu (*hình VIII-27b*). Hình tượng thể hiện của loại trượt này là tạo nên cảnh quan "rừng cây say".

Trượt có thể theo các mặt mà ở đấy có mối liên kết yếu nhất như mặt lớp, mặt ranh giới





Hình VIII-27

a) Hệ số ổn định thay đổi theo thời gian ;
b) Sơ đồ trượt dòng ;
1. Đá ; 2. Cây ; 3. Tầng đá ;
4. Cột điện ; 5. Tường chắn, móng công trình ; 6. Trục đường bị dịch chuyển.

giữa lớp phủ và đá gốc. Loại trượt này xảy ra với tốc độ tương đối lớn và có thể theo các mặt trượt ở sâu.

Trong thực tế thường thấy trượt là do tác động đồng thời của cả cơ học và hóa lý.

9.2. Đánh giá độ ổn định trượt của mái dốc

Các loại đất khác nhau có điều kiện ổn định không giống nhau, vì vậy cần được đánh giá theo các cơ sở khác nhau.

1. Độ ổn định của mái dốc cấu tạo bởi đất rời

Mái dốc ổn định nhờ có lực ma sát trong (còn C = 0), vì vậy sự cân bằng ổn định của mái dốc sẽ được bảo đảm khi mỗi hạt phân tố trên mặt mái dốc ở trạng thái ổn định (*hình VIII-28*) theo phương trình :

$$tg\alpha = f = tg\varphi \qquad \text{(VIII-13)}$$

hoặc :

$$\alpha = \varphi$$

Trong đó : α - góc dốc của mái ; f - hệ số ma sát trong ; φ - góc ma sát trong ; nghĩa là đối với đất rời, độ ổn định của mái dốc được bảo đảm nếu góc nghiêng tự nhiên α bằng hoặc nhỏ hơn góc ma sát trong φ của môi trường.

2. Độ ổn định của mái dốc cấu tạo bởi đất dính

Nếu đất trên mái dốc chỉ có lực dính (còn φ = 0), thì đến độ sâu nào đó (*hình VIII-29*) mái dốc có thể thẳng đứng, còn sâu hơn nữa mái dốc có dạng đường cong.

Chiều cao giới hạn h_{gh} mà đến đó mái dốc có thể giữ được ở vị trí thẳng đứng nhờ lực dính:

$$h_{gh} = \frac{2C}{\gamma} \qquad \text{(VIII-14)}$$

Trong đó : C - lực dính ; γ - dung trọng thiên nhiên của đất.

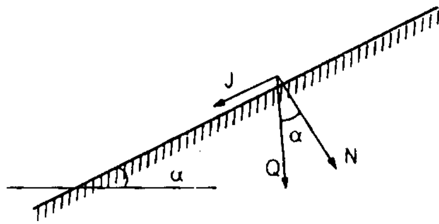
Các tọa độ bất kỳ của mái dốc, kể từ độ cao giới hạn của phần mái dốc thẳng đứng, theo lời giải của V.V. Xokolovxki liên quan với nhau theo phương trình :

$$y = \frac{2C}{\gamma}\ln\frac{\cos\left(\gamma\frac{h_{gh}}{2C} - 1\right)}{\cos\left(\gamma\frac{h_{gh}}{2C} - 1 - \frac{\gamma}{2C}Z\right)} \qquad \text{(VIII-15)}$$

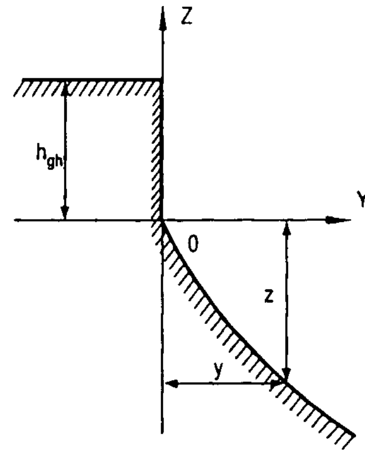
Trong thực tế, khi sử dụng các phương trình (VIII-13) và (VIII-14) cần phải đưa vào hệ số dự trữ thích hợp, bởi vì các phương trình này biểu thị sự cân bằng giới hạn của đất.

3. Độ ổn định của mái dốc cấu tạo bởi đất có ma sát và lực dính

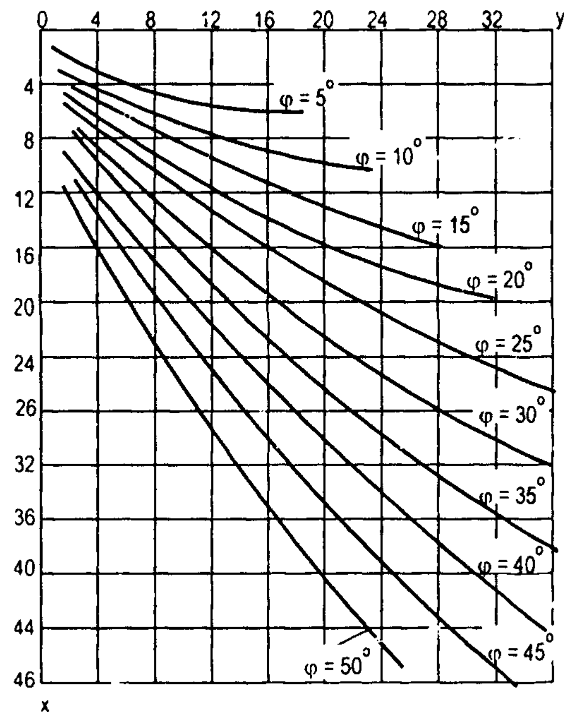
1. Phương pháp V.V. Xokolovxki: Trên cơ sở bài toán phẳng cân bằng giới hạn, V.V. Xokolovxki đã tìm được lời giải để xác định hình dạng mái dốc ổn định của đất có ma sát và lực dính. Các đồ thị của lời giải này được nêu ở *hình VIII-30*. Đó là tọa độ không thứ nguyên của mái dốc ổn định đối với các góc ma sát trong φ khác nhau.



Hình VIII-28. *Sơ đồ ổn định của mái đất rời*



Hình VIII-29. *Sơ đồ ổn định mái dốc trong đất dính*



Hình VIII-30. *Hình dạng mái dốc ổn định đều trong hệ tọa độ không thứ nguyên.*

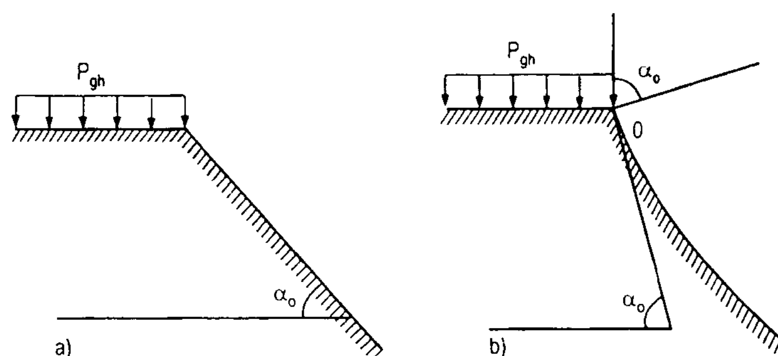
Tọa độ thực tế của mái dốc sẽ là :

$$x = x'\frac{C}{\gamma} \text{ và } y = y'\frac{C}{\gamma} \qquad \text{(VIII-16)}$$

Giá trị thực của tải trọng giới hạn trên mặt phẳng nằm ngang của mái dốc thẳng (*hình VIII-31a*), xác định theo biểu thức :

$$P_{gh} = \bar{\sigma}_z C + \text{cotg}\,\varphi\, C\,;\; y = y'\frac{C}{\gamma} \qquad \text{(VIII-17)}$$

Bảng VIII-1 nêu lên các đại lượng không thứ nguyên $\overline{\sigma}_z$ tùy theo góc ma sát trong φ và góc nghiêng α của mái dốc với mặt phẳng nằm ngang.



Hình VIII-31. *Sơ đồ phân bố tải trọng trên đỉnh dốc.*
a) Mái dốc phẳng ; b) Mái dốc cong.

Khi mái dốc có dạng đường cong (*hình VIII-31b*), áp lực giới hạn trên mái dốc có thể xác định theo công thức :

$$P_{gh} = C\cot g\varphi\left[\frac{1+\sin\varphi}{1-\sin\varphi}e^{(\pi-2\alpha_0)tg\varphi}-1\right] \qquad \text{(VIII-18)}$$

Trong đó: α_0 - góc giữa đường tiếp tuyến của mái dốc tại điểm O và mặt phẳng nằm ngang.

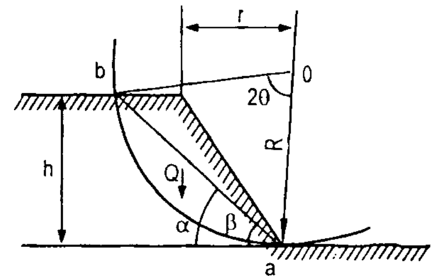
Bảng VIII-1. Các hệ số không thứ nguyên $\overline{\sigma}_z$ để xác định áp lực giới hạn trên mặt nằm ngang của mái dốc

v'	Trị số φ													
	φ = 10°		φ = 20°			φ = 30°				φ = 40°				
	Trị số α, độ													
	0	10	0	10	20	0	10	20	30	0	10	20	30	40
0	8,34	7,51	14,8	12,7	10,9	30,1	24,3	19,6	15,7	75,3	55,9	41,4	30,6	22,5
0,5	9,02	7,90	17,9	14,8	12,0	43,0	32,6	24,4	18,1	139	94,0	62,6	41,3	27,1
1	9,64	8,26	20,6	16,6	13,1	53,9	39,8	28,8	20,3	193	126	81,1	50,9	31,0
1,5	10,2	8,62	23,1	18,2	14,1	64,0	46,5	32,8	22,3	243	157	98,5	50,8	34,7
2	10,8	8,95	24,4	19,9	15,0	73,6	52,6	36,7	24,2	292	186	115	68,4	38,1
2,5	11,3	9,28	27,7	21,4	15,8	82,9	59,0	40,4	26,0	339	215	132	76,7	41,3
3	11,8	9,59	29,8	23,0	16,7	91,8	65,1	44,1	27,8	386	243	148	84,9	44,4
3,5	12,3	9,89	31,9	24,4	17,5	101	71,0	47,6	29,4	432	271	164	93,0	47,5
4	12,8	10,2	34,0	25,8	18,3	109	76,8	51,2	31,1	478	299	179	101	50,4
4,5	13,2	10,5	36,0	27,2	19,1	118	82,6	54,7	32,7	423	327	195	109	53,3
5	13,7	10,8	38,0	28,7	19,9	127	88,3	58,1	34,3	568	354	211	117	56,2
5,5	14,1	11,0	38,9	30,0	20,6	135	94,0	61,6	35,8	613	381	226	125	59,0
6	14,5	11,3	41,8	31,4	21,4	143	99,6	65,0	37,4	658	409	241	132	61,7

2. Phương pháp cung trượt tới hạn gần đúng của Terzaghi. Giả sử rằng mái dốc bị phá hủy theo mặt trượt *ab (hình VIII-32)* là cung tròn vạch nên bởi bán kính *R* từ tâm O và đi qua chân mái dốc.

Khi góc ma sát trong $\varphi = 0$, độ ổn định của mái dốc sẽ được xác định bằng trị số lực dính tác dụng trên cung AB = *l*. Từ điều kiện cân bằng mái dốc, ta có :

$$C = Q\frac{r}{Rl} \qquad \text{(VIII-19)}$$



Hình VIII-32. *Xác định độ ổn định của mái dốc theo cung trượt tới hạn.*

Trong đó : C - lực dính cần thiết để bảo đảm ổn dịnh mái dốc ;

Q - trọng lượng lăng thể trượt của mái dốc ;

r - cánh tay đòn của lực *Q* đối với tâm vòng tròn O.

Vị trí tâm O của cung trượt tới hạn Terzaghi được xác định đơn trị bằng các góc β, α và θ. Trị số C_{th} xác định từ biểu thức :

$$C_{th} = \frac{\gamma h}{f(\alpha,\beta,\theta)} = \frac{\gamma h}{\chi_c} \qquad \text{(VIII-20)}$$

Trong đó : χ_c - hệ số ổn định, phụ thuộc vào mái dốc β.

Khi biết β, α và θ, vị trí tâm cung tròn tới hạn O có thể tìm trên đồ thị Felenius (*hình VIII-33*).

Độ ổn định mái dốc sẽ được bảo đảm nếu lực dính thực tế $C >> C_{th}$. Nếu góc ma sát trong $\varphi > 0$ thì trong trường hợp này biểu thức (VIII-2θ) vẫn có ý nghĩa, tuy vậy hàm số ở mẫu số còn phụ thuộc vào góc ma sát trong φ :

$$C_{th,\varphi} = \frac{\gamma h}{F(\alpha,\beta,\theta,\varphi)} = \frac{\gamma h}{\chi_{c,\varphi}} \qquad \text{(VIII-21)}$$

Trong đó : $\chi_{c,\varphi}$ - hệ số ổn định, phụ thuộc vào góc ma sát trong φ và góc mái dốc β.

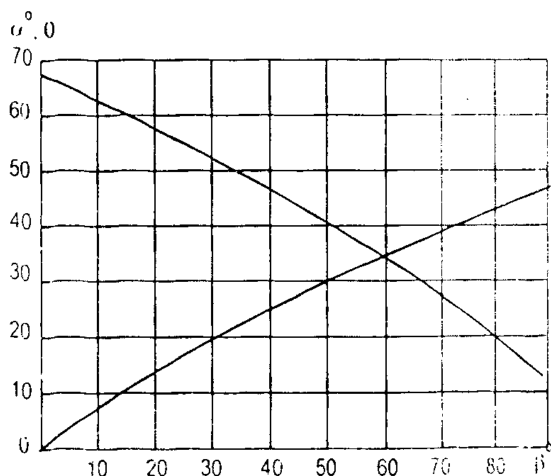
Tỷ số của hệ số ổn định $\chi_{c,\varphi}$ với hệ số χ_c khi $\varphi = 0$ gọi là thông số ma sát η_φ :

$$\eta_\varphi = \frac{\chi_{c,\varphi}}{\chi_c} \qquad \text{(VIII-22)}$$

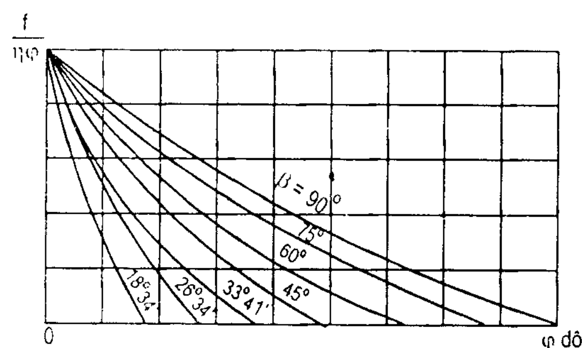
Do $\chi_{c\varphi} = \eta_\varphi \chi_c$ ta có :

$$C_{th,\varphi} = \frac{1}{\eta_\varphi} C_{th} \qquad \text{(VIII-23)}$$

Trong đó : C_{th} xác định theo biểu thức (VIII-20). Đối với trường hợp $\varphi \neq 0$, trị số $\frac{1}{\eta_\varphi}$ tùy theo góc ma sát trong φ với góc mái dốc β khác nhau được xác định theo đồ thị Felenius (*hình VIII-34*).



Hình VIII-33. *Sự phụ thuộc vị trí tâm cung tròn giới hạn vào góc mái dốc β.*

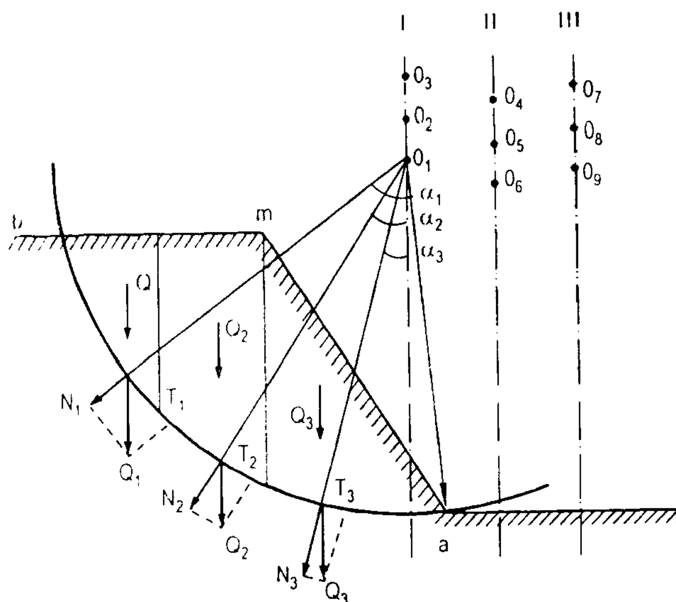


Hình VIII-34. *Sự phụ thuộc thông số η φ và góc ma sát trong với các mái dốc khác nhau.*

3. Phương pháp mặt trượt cung tròn hình trụ: Đây là phương pháp cung trượt tới hạn Terzaghi biến thể. Dùng phương pháp đồ thị giải tích để tìm một mặt trượt dạng trụ tròn đi qua chân mái dốc, mà khi ấy hệ số ổn định của mái dốc là nhỏ nhất (*hình VIII-35*).

Lúc này hệ số ổn định η sẽ bằng:

$$\eta = \frac{\sum Nf + Cl}{\sum T} \qquad \text{(VIII-24)}$$



Hình VIII-35. *Xác định ổn định mái dốc theo phương pháp mặt trượt trụ tròn.*

Trong đó : ΣN - tổng các lực pháp tuyến tác dụng hướng tâm đối với mặt trượt ; $f = tg\varphi$ - hệ số ma sát ; C - lực dính trong phạm vi đoạn cung trượt ; l - chiều dài cung trượt ; ΣT - tổng các lực gây trượt, tác dụng theo các tiếp tuyến với mặt trượt.

Khi sử dụng phương pháp này, từ tâm O_1 bất kỳ nào đó với bán kính R người ta vẽ mặt trượt *ab* qua điểm *a* của chân mái dốc. Phần mái dốc hạn chế bởi cung *ab* và đường gãy

khúc của mái dốc *amb* được chia ra làm nhiều lăng thể. Trọng lượng các lăng thể $Q_1, Q_2, Q_3, ..., Q_n$ tính bằng thể tích của hình tương ứng nhân với dung trọng đất γ. Các lực chống trượt *N* và lực gây trượt *T* sẽ tính theo các công thức tương ứng :

$$N_i = Q_i \cos\alpha \; ; \; T_i = Q_i \sin\alpha.$$

Sau khi xác định được hệ số η, tiếp tục vẽ và tính các mặt trượt hình trụ vạch nên từ các tâm mới O_2, O_3, ... cứ như thế cho đến khi tìm được trị số η_{min} cực tiểu trên đường thẳng I. Bằng cách tương tự, tìm hệ số ổn định cực tiểu η_{min} đối với đường thẳng đứng II, III... cuối cùng tìm trị số cực tiểu của hệ số ổn định cực tiểu $\eta_{min.min}$. Mặt trượt hình trụ tương ứng với hệ số ổn định $\eta_{min.min}$ là mặt có khả năng gây trượt đất mái dốc. Độ ổn định của mái dốc sẽ được bảo đảm nếu $\eta_{min.min} > 1$.

Việc xác định hệ số $\eta_{min.min}$ bằng phương pháp mô tả trên đòi hỏi phải xây dựng nhiều đồ thị và tính toán phiền phức. Vì vậy, nhiều tác giả đã giải sẵn bài toán này cho một số trường hợp thường gặp.

4. Phương pháp mặt trượt phẳng: Trong các trường hợp mặt trượt trùng với mặt phân lớp, khe nứt, đứt gãy... thì sơ đồ tính toán sẽ theo *hình VIII-36a*. Điều kiện cân bằng của khối trượt theo mặt I - I được xác định bằng phương trình :

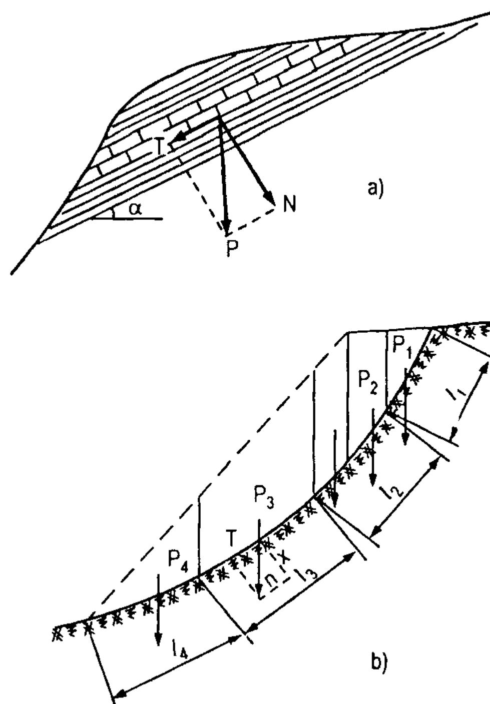
$$T = N\mathrm{tg}\varphi + Cl \qquad \text{(VIII-25)}$$

Trong đó: T - lực gây trượt, T = P sinα; N - lực chống trượt, N = Pcosα ; tgφ = f là hệ số ma sát trong của đất đá ; C - lực dính ; *l* - chiều dài cung trượt ; P - trọng lượng của khối trượt ; α - góc nghiêng của mặt trượt.

Hệ số ổn định được tính theo biểu thức:

$$\eta = \frac{N\mathrm{tg}\varphi + Cl}{T} \qquad \text{(VIII-26)}$$

Trong trường hợp đất đá không đồng nhất, có các khe nứt, mặt trượt sẽ có dạng bậc (*hình VIII-36b*). Bằng cách phân khối, để trong mỗi khối mặt trượt là phẳng, ta có thể tính được trị số của các lực gây trượt và chống trượt :



Hình VIII-36. *Mặt trượt*
a) Phẳng ; b) Dạng bậc

$$T = P_1 \sin\alpha_1 + P_2 \sin\alpha_2 + P_3 \sin\alpha_3 + ... + P_i \sin\alpha_i;$$
$$N = P_1 \cos\alpha_1 + P_2 \cos\alpha_2 + P_3 \cos\alpha_3 + ... + P_i \cos\alpha_i;$$

từ đó xác định hệ số ổn định :

$$\eta = \frac{\sum fN_i + Cl}{\sum T_i} \qquad \text{(VIII-27)}$$

5. *Phương pháp thực nghiệm*: Góc dốc ổn định của mái còn được xác định bằng phương pháp phân tích địa chất công trình. Dựa trên kết quả quan trắc nhiều năm ở nhiều mái dốc trong các loại đất đá khác nhau, người ta đưa ra trị số góc dốc ổn định cho từng loại đất đá trong các điều kiện nhất định.

Góc dốc ổn định của mái ở một số loại đất đá được xác định bằng hệ số m = tgα, trong đó α - góc nghiêng của mái so với phương thẳng đứng.

Giá trị m	*Loại đất đá*
0 ÷ 0,2	Đá rắn chắc chưa bị phong hóa
0,2 ÷ 0,5	Đá phong hóa
0,5 ÷ 1,5	Dăm, cuội, sỏi
> 1,5	Cát, cát pha, sét pha, đất sét

9.3. Biện pháp xử lý trượt

1. Biện pháp phòng trượt

Đối với loại trượt do chảy dẻo cơ học cần tránh đào cắt chân dốc, xây dựng công trình hay chất tải trên sườn dốc, ngăn ngừa tác dụng đào xói chân dốc của sông, biển...

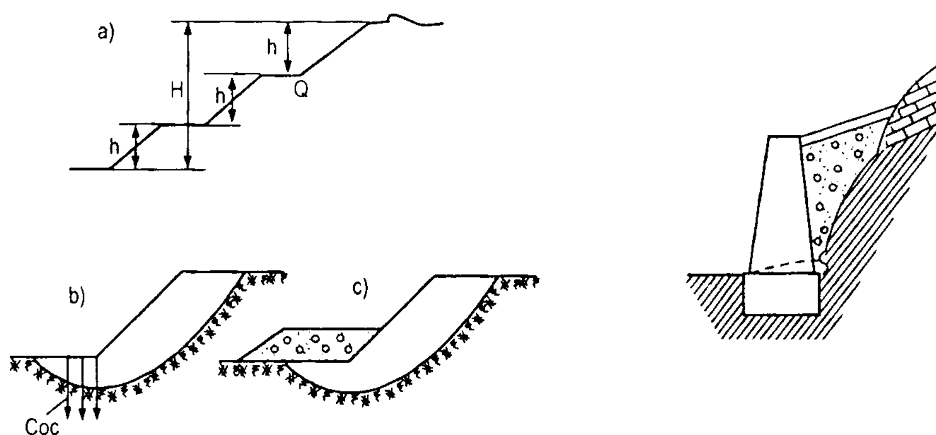
Đối với loại trượt do chảy dẻo hóa lý cần điều tiết dòng nước mặt, không cho chảy vào khu vực trượt. Thoát nước dưới đất để giảm áp lực nước và tăng cường độ của đất đá ở sườn dốc. Bảo vệ lớp phủ thực vật để chống xói mòn, phong hóa.

2. Biện pháp chống trượt

Chấm dứt tác động của các nguyên nhân gây trượt như làm tường chắn sóng, tường hướng dòng để tránh tác dụng đào xói chân dốc của nước mặt. Thoát nước dưới đất. Bạt mái dốc (*hình VIII-37a*). Ở nước ta đã dùng biện pháp bạt mái dốc để chống trượt mái đường ô tô trên quốc lộ số 6, số 4... mái kênh, các kè chân đê phía sông.

Chống sự dịch chuyển của đất đá bằng các công trình chắn giữ khối trượt : cọc, tường chắn, bệ phản áp (*hình VIII-37b, c, d*). Khi xử lý trượt của nền đường sắt phía bắc cầu Hàm Rồng (1963) người ta phải đắp các bệ phản áp cao 5 ÷ 6*m*, rộng 30 ÷ 45*m* dọc tuyến, để giữ cho nền đường cao 9*m* được ổn định.

Tăng cường độ đất đá bằng các phương pháp ximăng hóa, sét hóa, điện hóa...



Hình VIII-37. Các biện pháp chống trượt.
a) Bạt mái dốc ; b) Đóng cọc ; c) Bệ phản áp ; d) Tường chắn.

§10. HIỆN TƯỢNG ĐỘNG ĐẤT (ĐỊA CHẤN)

10.1. Khái niệm

Động đất là hiện tượng chấn động của vỏ quả đất vì thế còn được gọi là địa chấn. Theo thống kê, hàng năm trên quả đất đã xảy ra hơn 5.000 lần động đất mà con người có thể cảm thấy được, và lẽ tất nhiên số lần động đất do máy ghi phát hiện còn lớn hơn nhiều. Động đất mạnh thường gây ra các tổn thất lớn về người và của. Ví dụ như trận động đất năm 1920 ở Cam Túc (Trung Quốc) đã làm cho hầu hết nhà cửa bị đổ sập, núi lở, đất nứt, sông suối bị đất đá lấp đầy (*hình VIII-38*). Số người chết và bị thương lên tới 230 nghìn. Nguy hại hơn cả là sự đổ vỡ các đê đập.



Hình VIII-38. *Toà nhà kiên cố đã bị đổ sập do động đất.*

Căn cứ vào nguyên nhân phát sinh có thể chia ra các loại động đất sau :

Động đất do đất sụt sinh ra do khối đất ở trên nóc các hang động ngầm, các hầm lò khai thác... bị sụt lún đột ngột. Động đất loại này thường xảy ra ở gần mặt đất, nơi có các loại đá dễ hoà tan (thạch cao, đá vôi...). Do đó, cường độ nhỏ, động đất loại này chỉ có ý nghĩa địa phương.

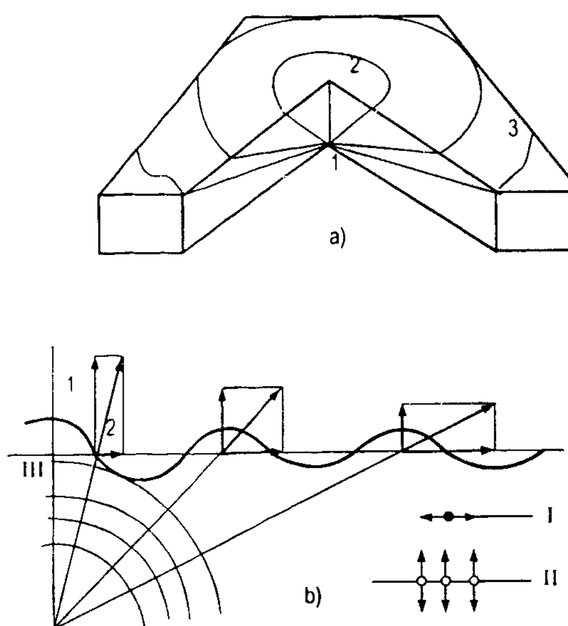
Động đất do núi lửa xảy ra ở vùng núi lửa hoạt động. Động đất có thể xảy ra trước khi dung nham núi lửa trào lên hoặc chính lúc núi lửa hoạt động, do sự nổ ở miệng núi lửa. Động đất loại này có thể làm hủy diệt các vùng dân cư như đã xảy ra với thành phố Pompei (Ý) và các thành phố khác. Tuy nhiên, phạm vi ảnh hưởng của động đất không lớn và số lần xảy ra cũng không nhiều.

Động đất do chuyển động kiến tạo là loại động đất rất phổ biến, có cường độ mạnh và phạm vi ảnh hưởng lớn nhất. Các trận động đất lớn đã xảy ra là thuộc loại này.

Ngoài ra, động đất có thể gây ra do một số hoạt động của con người như nổ mìn, nổ bom, do xây dựng hồ chứa nước có cột nước cao...

Nơi phát sinh ra động đất gọi là nguồn hay tâm (*hình VIII-39*). Tâm động đất thường ở sâu hàng chục kilômét, trong một số trường hợp tới 600 ÷ 700*km*. Tâm càng ở sâu thì phạm vi ảnh hưởng càng rộng. Vùng mặt đất ở gần tâm động đất nhất gọi là trung tâm động đất hay tâm ngoài. Tâm ngoài là nơi ở trên mặt đất có sóng đến sớm nhất.

Dựa vào thực tế, cũng như để đơn giản phần nào trong tính toán, người ta coi quả đất như một vật thể đàn hồi và sóng chấn động truyền trong các tầng đất đá của vỏ quả đất là sóng đàn hồi. Dao động đàn hồi lan truyền từ tâm động đất ra các hướng dưới dạng sóng dọc và sóng ngang.



Hình VIII-39. *Sơ đồ truyền sóng động đất*
a) *1. Tâm động đất; 2. Tâm ngoài; 3. Đường đẳng chấn;*
b) *I. Sóng dọc ; II. Sóng ngang ; III. sóng mặt đất ;*
1. Lực động đất theo phương đứng;
2. Lực động đất theo phương ngang.

Sóng dọc gây ra do sự co giãn của đất đá dọc theo phương truyền sóng. Tốc độ truyền sóng phụ thuộc vào mật độ của đất đá, ví dụ :

Loại đất đá	*Tốc độ sóng dọc (m/s)*
Gơnai, granit	5000 ÷ 7000
Đá vôi	2000 ÷ 5000
Đất sét	1500 ÷ 2000
Đất cát	500 ÷ 1100

Trong nước tốc độ sóng dọc là 1500*m/s*, còn trong không khí là 330*m/s*. Các trị số trên chính là tốc độ truyền âm trong môi trường tương ứng.

Sóng ngang gây ra sự trượt hoặc biến dạng của đất đá theo phương vuông góc với phương truyền sóng và chỉ truyền được trong vật thể rắn với tốc độ nhỏ hơn sóng dọc khoảng 1,7 lần.

Sóng dọc và sóng ngang từ tâm động đất lan truyền đi bốn phía dưới dạng các tia sóng - tia địa chấn. Tia địa chấn cũng bị khúc xạ và phản xạ khi gặp các tầng đá có tính đàn hồi và tỷ trọng khác nhau. Từ tâm ngoài, nơi sóng đến sớm nhất, dao động sẽ truyền ra xung quanh theo các làn sóng đồng tâm tựa như sự dao động của mặt nước khi có một vật nặng rơi xuống, gọi là sóng mặt đất. Tốc độ sóng mặt đất nhỏ hơn cả tốc độ sóng ngang.

Như vậy, tại một điểm nào đó trên mặt đất, trước hết nhận được những chấn động dọc, sau đến chấn động ngang rồi đến các chấn động xuất phát từ tâm ngoài. Tất cả các chấn động đó sẽ giao thoa với nhau và sinh ra một chấn động phức tạp. Hiện tượng này còn bị phức tạp hoá thêm vì mỗi hạt đất đá bước vào chấn động sẽ trở thành một trung tâm lan truyền chấn động dọc và ngang cũng như tâm động đất vậy.

10.2. Độ mạnh động đất và các yếu tố ảnh hưởng

Độ mạnh của động đất phụ thuộc năng lượng của động đất. Theo B.V. Golixưn, năng lượng đó được tính theo công thức sau :

$$E = \pi^2 \rho V \left(\frac{A}{T}\right)^2 \tag{VII-28}$$

Trong đó : E - năng lượng động đất (*erg*) ; ρ - tỷ trọng lớp trên của vỏ quả đất ; V - vận tốc truyền sóng địa chấn (*cm/s*) ; A - biên độ dao động (*cm*) ; T - chu kỳ dao động (*s*).

Ở các trận động đất hủy diệt lớn, năng lượng đó đạt tới 10^{25}*erg*. Tuy nhiên, mức độ nguy hại của động đất không chỉ ở độ lớn của năng lượng mà còn phụ thuộc độ sâu của nguồn, phương của địa chấn... nên trong thực tế người ta thường căn cứ vào mức độ phá hoại các công trình trên mặt đất mà phân ra 12 cấp độ mạnh (bảng VIII-2). Mỗi cấp tương ứng với một khoảng gia tốc địa chấn W nhất định, được tính theo công thức :

$$W = A\frac{4\pi^2}{T^2} \tag{VII-29}$$

Trong đó : A - biên độ dao động ; T - chu kỳ dao động.

Bảng VIII-2. Bảng phân cấp động đất của Viện Nghiên cứu địa vật lý thuộc Viện Hàn lâm khoa học Liên Xô (theo S.V. Medvedev)

Cấp	x_0	W (mm/s^2)	$\frac{W}{g}$	Mức độ tác hại của động đất trên mặt đất
I	-	-	-	Máy ghi có độ nhạy lớn phát hiện được.
II	-	-	-	Cá biệt người đang nghỉ ngơi yên tĩnh mới có thể phát hiện được.
III	-	-	-	Một số ít người cảm thấy được.
IV	<0,5	<100	-	Cửa sổ cửa lớn bị lay động, mọi người cảm thấy động đất.
V	0,5 ÷ 1	100 ÷ 250	0,025	Đồ vật treo đung đưa, sàn nhà kêu răng rắc, kính và đồ thủy tinh kêu lách cách, vôi quét tường bị long ra.
VI	1 ÷ 2	250 ÷ 500	0,025 ÷ 0,05	Nhà cửa bị hư hỏng nhẹ, vữa trát bị rạn nứt, lò sưởi bị nứt vỡ.
VII	2 ÷ 4	500 ÷ 1000	0,05 ÷ 0,1	Nhà cửa bị hư hại nặng, vữa trát bị vỡ ra từng mảng, tường xây bị nứt.
VIII	4 ÷ 8	1000 ÷ 2000	0,1 ÷ 0,2	Một số ít nhà bị sụt, mái nhà, trần nhà bị phá hoại.
IX	8 ÷ 16	2000 ÷ 4000	0,2 ÷ 0,4	Trong nhà bị phá hoại, tường bị nứt lớn, mái nhà và ống khói bị đổ.
X	16 ÷ 32	> 4000	> 0,4	Nhiều nhà bị sụp đổ, mặt đất xuất hiện khe nứt rộng hàng mét.
XI	> 32	-	-	Trên mặt đất có những khe nứt lớn, sụt đổ lớn ở các dãy núi.
XII	-	-	-	Địa hình thay đổi lớn sau khi động đất

Hiện nay, độ mạnh của động đất có thể được đánh giá bằng trị số di chuyển đàn hồi tương đối x_0 của một con lắc hình cầu - địa chấn ký này có chu kỳ dao động riêng là 0,25*s*. Khi độ mạnh của động đất lớn thì trị số dịch chuyển x_0 sẽ lớn (bảng VIII-2).

Vì động đất xảy ra ở những độ sâu khác nhau, thang động đất trên sẽ không biểu hiện được mức độ năng lượng tại tâm động đất, cho nên nhà địa chấn người Mỹ Richte đưa ra thang Richte để đặc trưng được năng lượng nơi xảy ra và được xác định bởi biên độ của sóng đàn hồi ghi được tại các trạm quan sát. Người ta tính rằng một vụ động đất cấp 9 có năng lượng tương đương khoảng một triệu quả bom nguyên tử mà đế quốc Mỹ đã ném xuống thành phố Hirôsima (Nhật Bản) trong đại chiến lần thứ hai.

Lực động đất tác dụng lên công trình ngoài độ mạnh của động đất còn phụ thuộc tính đàn hồi của đất đá. Cùng một trận động đất nhưng tại các nơi khác nhau, cường độ của động đất không giống nhau. Vì vậy, người ta còn phân chia ra : độ mạnh cơ bản, độ mạnh thực tế và độ mạnh tính toán.

Độ mạnh cơ bản là độ mạnh có thể xảy ra ở một vùng với một tần suất nào đó, có tính chất dự báo. Độ mạnh này được xác định dựa trên cơ sở tổng hợp các tài liệu lịch sử, điều

tra thực địa, máy ghi... các trận động đất đã xảy ra ở vùng đó mà chọn cấp động đít đặc trưng của vùng.

Vùng có cùng độ mạnh thường nằm trong một đơn vị cấu trúc địa chất. Việt Nam :hòng nằm trong vành đai động đất chính của thế giới nhưng cũng đã xảy ra những trận độig đất mạnh. Khoảng 2000 năm trở lại đây, lịch sử nước ta đã ghi lại hàng trăm trận động lất từ cấp 6 đến cấp 8 và gần đây nhất là trận động đất có độ mạnh 6,75 độ Richte (hoặc cá› 9 so với thang 12 cấp) xảy ra ngày 1-11-1935 ở Điện Biên Phủ, tâm động đất ở độ sâu 35*kn*. Tài liệu ghi chép như sau : Tại Điện Biên Phủ, tất cả nhà cửa đều bị hư hại, tường bị nứt ừ trên xuống dưới, cột nhà lìa khỏi mái. Vùng tiếp cận, đất nứt ra nhiều chỗ, có chỗ dài 50*n*. rộng 29*cm*. Một trong các đường nứt đó phun ra nước lẫn cát có mùi lưu huỳnh. Trận độig đất ngày 24-6-1983, tâm tại Tuần Giáo (Lai Châu) có độ mạnh cấp 8.

Theo kết quả nghiên cứu phân vùng động đất của Viện khoa học Việt Nam, độn; đất ở nước ta thường xảy ra từ cấp 9 trở xuống. Các vùng hay xảy ra động đất bao gồm :

- Vùng đông bắc trũng Hà Nội có cấp 7.
- Vùng thung lũng sông Hồng và sông Chảy có cấp 7 ÷ 8.
- Vùng thung lũng sông Mã có cấp 8 ÷ 9.
- Vùng ven biển Trung Bộ có cấp 7.
- Vùng ven biển Nam Bộ và đồng bằng sông Mê Công có cấp 7.

Còn lại là cấp 6. Tần suất xuất hiện động đất cấp 7 trở lên là từ 20 ÷ 23 năm một lầi.

Độ mạnh thực tế có xét đến tính chất đất đá ở nền công trình là độ mạnh truyền cho công trình và phụ thuộc vào tính đàn hồi của đất đá ở khu vực xây dựng.

Tính đàn hồi của đất đá phụ thuộc mức độ rắn chắc của nó. Khi có động đất thì vùg đất đá vụn rời có phạm vi ảnh hưởng nhỏ nhưng mức độ ảnh hưởng lớn, còn trong vùng lất đá rắn chắc thì ngược lại. Biên độ dao động A trong đá cứng khoảng 2 ÷ 5*mm*, còn trcıg đất rời rạc có thể tới 100*mm* hoặc hơn. Tài liệu tổng kết các trận động đất ở Nhật Bản cb thấy ở vùng đá gốc, nhà cửa bị phá hoại chiếm tỷ lệ thấp (cao nhất là 1,4%), trong khi đó ‹ vùng trầm tích rời rạc, tỷ lệ nhà cửa bị phá hoại tới 75 ÷ 100%.

Tính đàn hồi của đất đá còn phụ thuộc lượng nước chứa trong các lỗ rỗng của ıất đá. Nước là vật thể coi như không chịu nén, nên trong trường hợp đất đá bão hòa nước nó sẽ chịu sự phá hoại lớn hơn. Ngược lại các "đệm" không khí trong lỗ rỗng đất đá có lộ ẩm thấp đã làm giảm độ mạnh của động đất ; vì thế khi mực nước dưới đất càng sâu ti ảnh hưởng của động đất đến công trình càng nhỏ. Bảng VIII-3 nêu lên sự tăng thêm cấị động đất trong cát pha, cát mịn, đất sét pha theo độ sâu mực nước ngầm.

Bảng VIII-3. Trị số tăng thêm của cấp động đất theo độ sâu chôn vùi của nước ngần

Độ sâu của nước ngầm (*m*)	0 ÷ 1	4	1ı
Trị số tăng thêm của cấp động đất	1	0,5	(

Ngoài ra, khi nguồn động đất ở nông, các vùng có địa hình dốc, trẻ và phức tạp thì hiện tượng đá đổ, núi lở, đất trượt càng dễ xảy ra. Vùng có đứt gãy sâu, đá vôi karst hóa cũng dễ phát sinh sự dịch chuyển và sụt lún mặt đất.

Trị số tăng thêm của độ mạnh thực tế so với độ mạnh cơ bản khi xét tới đặc tính đàn hồi của đất đá được tính theo công thức của S.V. Medvedev :

$$\Delta B = 1{,}67 \lg \frac{a_0 \rho_0}{a_n \rho_n} + e^{-0{,}04h^2} \qquad \text{(VIII-30)}$$

Trong đó: ΔB - trị số cần tăng thêm của cấp động đất ; a_0, ρ_0 - tốc độ truyền sóng dọc và tỷ trọng của đất đá được dùng để phân vùng động đất (phân vùng độ mạnh cơ bản) ; a_n , ρ_n - tốc độ truyền sóng dọc và tỷ trọng của đất đá được dùng làm nền công trình ; e - cơ số logarit tự nhiên ; h - độ sâu chôn vùi của mực nước dưới đất.

Khi chịu cùng độ mạnh thực tế, mức độ và ý nghĩa của sự phá hoại (về kinh tế, chính trị...) các công trình không phải là như nhau, do đó cần xác định độ mạnh tính toán cho công trình.

Độ mạnh tính toán là độ mạnh thực tế có xét đến kết cấu và tầm quan trọng của công trình (cấp, loại công trình). Việc tăng hay giảm cấp động đất có thể tham khảo các quy trình tính toán công trình có xét đến động đất. Nhìn chung, đối với công trình lớn, có ý nghĩa kinh tế, chính trị trọng đại thường phải tính tăng lên một cấp động đất.

10.3. Biện pháp phòng chống động đất khi xây dựng công trình

Động đất ảnh hưởng đến điều kiện ổn định của công trình bằng hai cách. Trước hết, nó có thể là nguyên nhân trực tiếp phá hoại các kết cấu công trình không tính đến áp lực phụ xuất hiện trong thời gian động đất. Mặt khác, ngay cả khi các kết cấu rất bền vững thì tác dụng động lực cũng có thể làm thay đổi trạng thái đất đá ở nền công trình, đặc biệt là nó làm đất nén chặt thêm. Sự nén chặt không đồng đều dẫn đến phá hoại cả các công trình rất bền vững.

Việc phân vùng động đất có ý nghĩa kinh tế và chính trị rất lớn, nhưng cho đến nay chưa giải quyết được triệt để. Người ta mới đề nghị hai cách phân vùng : Một là, thiết lập tần suất động đất cho những khu vực khác nhau, tức là coi như tại mỗi khu vực đều có thể xảy ra động đất với các độ mạnh khác nhau. Vấn đề đặt ra là xác định tần suất của các mức độ động đất. Giả thiết này có cơ sở khoa học nhưng thực tế còn gặp nhiều khó khăn. Hai là, coi như trong mỗi vùng chỉ xảy ra một loại động đất có độ mạnh nào đó, mà điều này đã có các tài liệu thực tế, và lập bản đồ phân vùng động đất. Tuy nhiên, cơ sở lý thuyết và mức độ chính xác của phương pháp này còn chưa đảm bảo.

Thực tế, với động đất có độ mạnh dưới cấp 6 thì chỉ ảnh hưởng nhỏ đến công trình, còn động đất trên cấp 9 thì trình độ kỹ thuật phòng chống hiện nay vẫn chưa giải quyết được. Cho nên các biện pháp đề phòng động đất dưới đây chỉ thích hợp với động đất dưới cấp 9.

Chọn vị trí xây dựng ổn định nhất là đối với các tác dụng địa chấn · vùng có địa hình bằng phẳng, ít bị chia cắt, cấu tạo địa chất đơn giản (đất đá nằm ngang đồng nhất), mực nước dưới đất ở sâu. Vùng có địa hình phân cắt mạnh (bờ sông, khe hẻm), vùng gần các đứt gãy kiến tạo, vùng đất đá dễ trượt lở nên tránh xây dựng công trình. Móng công trình nên đặt sâu và đặt trên đá gốc.

Chọn vật liệu xây dựng loại nhẹ, dễ đàn hồi, có tần số dao động riêng khác với tần số dao động của động đất. Ví dụ đối với công trình thủy lợi, chu kỳ dao động tự do T_0 của vật liệu không vượt quá 0,50 ÷ 0,60*s*.

Chọn kết cấu công trình chắc chắn, đối xứng và có trọng tâm công trình ở thấp. Khi tính ổn định của công trình cần phải đề cập đến lực động đất. Trường hợp này người ta coi công trình hoàn toàn chịu chấn động theo phương ngang bởi lực *F* (*hình VIII-40*) có chiều làm cho công trình dễ mất ổn định nhất. Giá trị của lực động đất *F* (lực quán tính) có thể xác định theo công thức :

$$F = mW \qquad \text{(VIII-31)}$$

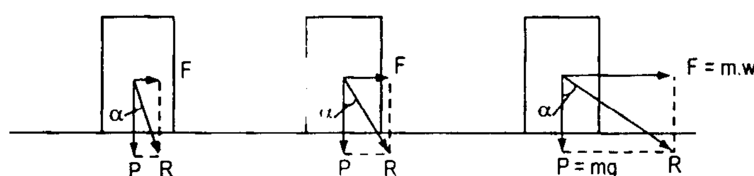
Ở đây : m - khối lượng công trình ; W - gia tốc động đất.

Do tác dụng của lực này, công trình có thể bị lật. Để đánh giá ổn định lật của công trình, người ta dùng hệ số động đất K_s :

$$K_s = \frac{W}{g} = tg\delta \qquad \text{(VIII-32)}$$

Trong đó : δ - góc địa chấn.

Khi giá trị K_s lớn hay góc địa chấn lớn, công trình dễ mất ổn định.



Hình VIII-40. *Sơ đồ ổn định lật của công trình do động đất.*

Đối với tường chắn, khi động đất áp lực đất tác dụng lên tường sẽ tăng lên. Giá trị áp lực chủ động của đất lên tường chắn khi có động đất được tính theo công thức :

$$E = \frac{1}{2}\gamma h^2 tg^2\left(45^0 - \frac{\varphi + \delta}{2}\right) \qquad \text{(VIII-33)}$$

Trong đó: γ - dung trọng của đất ; *h* - chiều cao của đất sau lưng tường ; φ - góc ma sát trong của đất ; δ - góc địa chấn.

Trong trường hợp này góc dốc tự nhiên của mái đất sẽ giảm đi, góc ổn định α_0 sẽ được tính theo công thức:

$$tg\alpha_0 = \frac{tg\varphi - K_s}{1 + K_s tg\varphi} \qquad \text{(VIII-34)}$$

Trong đó : φ - góc ma sát trong của đất.

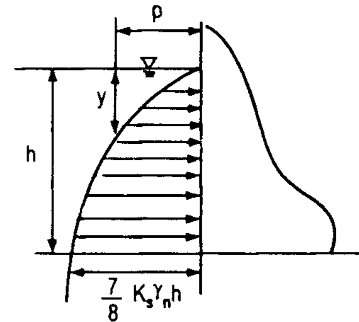
Ở các công trình dâng nước, áp lực phụ thêm do động đất phân bố theo dạng parabon (*hình VIII-41*).

Trị số áp lực nước đó được tính theo công thức :

$$p = \frac{7}{8} K_s \gamma_n \sqrt{hy} \qquad \text{(VIII-35)}$$

Trong đó : p - trị số áp lực tại chiều sâu y ; h - bề dày lớp nước ; γ_n - dung trọng của nước ; K_s - hệ số động đất.

Để giảm độ lún của nền khi động đất, trong những trường hợp cần thiết người ta có thể xử lý bằng phương pháp chấn động trước (rung, nổ...) khi xây dựng công trình.



Hình VIII-41. *Áp lực nước phụ thêm do động đất.*

CHƯƠNG IX

KHẢO SÁT ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH

§1. NỘI DUNG KHẢO SÁT ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH

Bất cứ trường hợp nào, khảo sát địa chất công trình cũng nhằm :

+ Xác minh các điều kiện địa chất của vùng xây dựng để làm cơ sở lập đề án quy hoạch, thiết kế công trình, chọn phương án và các biện pháp thi công cũng như chọn chế độ khai thác công trình.

+ Dự đoán các hiện tượng địa chất có thể xảy ra trong thi công và trong khai thác sử dụng công trình.

+ Đề xuất các biện pháp xử lý các điều kiện địa chất công trình không có lợi.

Như trong §1 của chương đầu đã nêu, các điều kiện địa chất công trình không những có liên quan chặt chẽ với nhau mà còn có liên quan chặt chẽ với xây dựng công trình. Điều kiện địa chất có ảnh hưởng rất lớn, nhiều khi có tính chất quyết định đến công trình. Nhưng một khi công trình đã được xây dựng thì sự tồn tại của công trình lại góp phần làm thay đổi các điều kiện địa chất của khu vực xây dựng. Bởi vậy, nghiên cứu địa chất vùng xây dựng với nghiên cứu công trình để xây dựng phải được xem là một thể thống nhất trong mục đích chung.

Để hoàn thành được nhiệm vụ trên đây, nội dung khảo sát địa chất công trình thường bao gồm :

1. Thu thập và nghiên cứu tất cả các tài liệu về địa chất công trình và các tài liệu có liên quan đã có của vùng, đó là tiền đề để giải quyết các nhiệm vụ tiếp theo. Việc thu thập các tài liệu đã có trong nhiều trường hợp đã tránh được những mò mẫm, những sai lầm không cần thiết, đồng thời rút ngắn thời gian và giảm giá thành khảo sát đi rất nhiều.

2. Tiến hành khảo sát ở thực địa bao gồm đo vẽ bản đồ địa chất công trình, địa chất thủy văn, địa mạo - tân kiến tạo và các loại đo vẽ khác, nhằm giải quyết các vấn đề về địa chất một cách nhanh chóng và đỡ tốn kém nhất.

3. Từ cơ sở đo vẽ bản đồ, tiến hành thăm dò để giải quyết về định tính và định lượng những vấn đề mà trong giai đoạn đo vẽ bản đồ còn tồn tại. Thông thường công tác này là đo địa vật lý (đo điện, đo chấn động...), khai đào hố thăm dò, khoan thăm dò. Đây là những công tác đòi hỏi thời gian lâu dài, kinh phí lớn, cơ sở vật chất kỹ thuật phức tạp nên nó chỉ được tiến hành trên cơ sở các tài liệu của đo vẽ bản đồ.

4. Tiến hành thí nghiệm các đặc tính vật lý, cơ học của đất đá để làm nền, làm môi trường xây dựng cũng như làm vật liệu xây dựng công trình. Trong những trường hợp cần thiết có thể xây dựng thử để xác định mối tương quan giữa các điều kiện địa chất với công trình. Biện pháp kinh tế nhất và cũng khoa học nhất là tiến hành quan trắc địa chất công trình dài ngày các vấn đề có liên quan.

5. Nghiên cứu các vấn đề khác để làm cơ sở khắc phục các điều kiện địa chất không thuận lợi như thăm dò vật liệu xây dựng bổ sung, thăm dò nguồn nước, thí nghiệm các biện pháp xử lý cường độ, xử lý thấm và ổn định của công trình...

6. Trong quá trình xây dựng và sử dụng công trình, cần tiếp tục quan trắc để chỉnh lý các tài liệu đã sử dụng trong thiết kế, thi công và quản lý công trình.

Thành quả của bất cứ giai đoạn khảo sát địa chất công trình nào cũng bao gồm các bản vẽ (bản đồ và mặt cắt địa chất công trình), các số liệu thực đo và các báo cáo thuyết minh.

Khảo sát địa chất công trình là một công tác khoa học - kỹ thuật phức tạp, sử dụng một khối lượng kỹ thuật, vật tư lớn ; vì vậy nó đòi hỏi được giải quyết khoa học nhất, nhằm rút ngắn thời gian khảo sát, giảm nhẹ chi phí sản xuất mà vẫn bảo đảm kết quả chính xác. Từ thực tế, người ta thấy rằng khảo sát địa chất công trình cần tuân theo những nguyên lý cơ bản dưới đây :

Nguyên lý kế thừa - nhằm tận dụng các tài liệu, các kết quả đã đạt được ở các công trình nghiên cứu, các giai đoạn khảo sát, các phương pháp khảo sát trước đó.

Nguyên lý giai đoạn - công tác khảo sát cần tiến hành từ khái quát đến chi tiết, từ định tính đến định lượng, từ phạm vi rộng đến phạm vi hẹp để tận dụng, kế thừa các thành quả khảo sát. Thông thường, việc xác định giai đoạn khảo sát địa chất để xây dựng các dạng công trình cụ thể dựa trên yêu cầu của giai đoạn thiết kế. Tránh tư tưởng cho rằng khảo sát theo giai đoạn đã kéo dài thời gian khảo sát, do đó làm chậm thiết kế và thời gian khởi công xây dựng công trình. Cần nhận thức rằng xây dựng công trình là một hoạt động kinh tế mà mục đích cuối cùng là hiệu ích công trình, trong đó có cả yêu cầu chi phí đầu tư phải thấp. Nhiều khi chỉ vì khảo sát không đầy đủ mà đã làm cho công trình không thể hoạt động bình thường, thậm chí không sử dụng được, vì vậy không chỉ không có hiệu ích công trình mà mất cả vốn đầu tư nữa.

Nguyên lý kết hợp - đòi hỏi phải kết hợp nhịp nhàng giữa các mặt, giữa các phương pháp thăm dò, thí nghiệm... bởi vì mỗi phương pháp khảo sát, thăm dò đều có những hạn chế, thiếu sót nhất định, do vậy cần dùng tài liệu của nhiều phương pháp thăm dò khác nhau, bổ sung lẫn cho nhau. Giữa thí nghiệm trong phòng và thí nghiệm ngoài trời cần có sự kết hợp chặt chẽ.

§2. CÁC PHƯƠNG PHÁP KHẢO SÁT ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH

Sử dụng các biện pháp khoa học và các phương tiện kỹ thuật kết hợp với năng lực tư duy của con người để nghiên cứu các điều kiện địa chất công trình của khu vực xây dựng là cách thức thông thường hiện nay để tiến hành nhiệm vụ khảo sát địa chất công trình hay khảo sát địa chất nói chung.

Hiện nay, các phương pháp khảo sát địa chất cụ thể đã phát triển muôn hình muôn vẻ. Ở đây ta tìm hiểu sơ lược một số phương pháp thông dụng trên thế giới và chủ yếu là ở nước ta :

Các phương pháp đo vẽ bản đồ địa chất công trình.

Các phương pháp khoan đào.

Các phương pháp đo địa vật lý ở trên mặt đất và theo các hố khoan.

Các phương pháp thí nghiệm trong phòng bằng các thiết bị kỹ thuật trên các mẫu đã chọn.

Các phương pháp thí nghiệm ngoài trời về địa chất công trình và địa chất thủy văn.

Các phương pháp quan trắc diễn biến theo thời gian của các hiện tượng địa chất công trình và địa chất thủy văn.

2.1. Đo vẽ bản đồ địa chất công trình

Đo vẽ bản đồ địa chất công trình là phương pháp khảo sát địa chất công trình tổng hợp nhất, nó tận dụng năng lực tư duy của con người kết hợp với các thiết bị kỹ thuật đơn giản để ghi nhận và phân tích các điều kiện địa chất công trình của khu vực xây dựng.

Trong thực tế, thông dụng là đo vẽ bản đồ theo các tuyến hành trình đã chọn, tiếp theo là đo vẽ theo các công trình khai đào như lõi khoan, vách hào, vách đường hầm, hố móng... Đo vẽ theo hành trình thường tiến hành theo các tuyến cắt ngang qua các cấu tạo địa chất, qua các vùng có khả năng tồn tại nhiều vết lộ, hiện tượng địa chất (dọc sông, suối, khe rãnh, đường giao thông...).

Đo vẽ bản đồ địa chất công trình thường mở rộng hơn vị trí xây dựng một phạm vi nào đó, ví dụ như ngoài mực nước dâng khi đo vẽ cho hồ chứa, cho đập, theo đường băng dọc tuyến kênh, đường giao thông... Kết quả nghiên cứu các vết lộ địa chất rời rạc cần được tổng hợp lại để rút ra điều kiện địa chất công trình của khu vực xây dựng.

Công tác đo vẽ bản đồ địa chất công trình có nhược điểm là không thể quan sát được các lớp đất đá, các hiện tượng địa chất ở dưới sâu, nhất là khi vùng bị che phủ bởi lớp phong hóa hay trầm tích mềm rời. Mặc dù vậy, đây là công tác khảo sát được tiến hành đầu tiên, nó cho ta đánh giá sơ bộ được điều kiện địa chất công trình trong phạm vi rộng lớn và các tài liệu của nó là chỗ dựa để bố trí hợp lý công trình khoan đào, các tuyến thăm dò địa vật lý...

Người ta có thể tiến hành đo vẽ bản đồ bằng đi bộ, ô tô hay máy bay. Việc đo vẽ bằng máy bay có kết hợp với công tác địa vật lý, chụp ảnh... sẽ giúp cho ta nghiên cứu tổng quan tình hình địa chất một vùng rộng lớn. Hiện nay, nhiều nước đã sử dụng vệ tinh nhân tạo trong khảo sát địa chất và địa chất công trình.

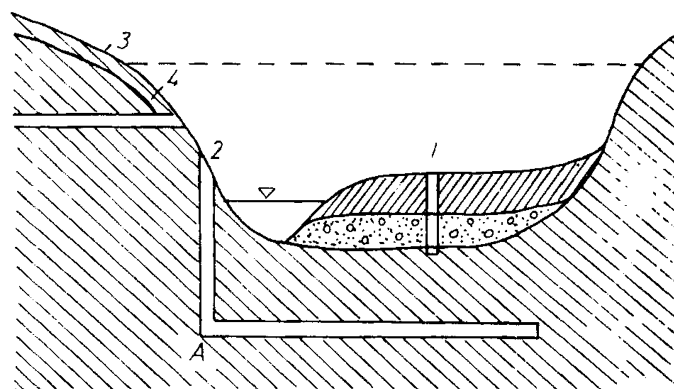
2.2. Khoan đào thăm dò

Công tác khoan đào thăm dò dùng để tạo ra các vết lộ địa chất, giúp cho việc tìm hiểu trực tiếp tình hình địa chất ở độ sâu không lớn. Công trình khoan đào thăm dò gồm các loại hố, hào, giếng, hầm thăm dò (*hình IX-1*) và hố khoan thăm dò.

Hố thăm dò thường có tiết diện hình chữ nhật 1,5 × 2,5*m*. Chiều sâu hố đào thường không lớn (dưới chục mét). Khi cần tìm hiểu ranh giới địa chất, phát hiện các đới phá hủy kiến tạo, người ta dùng hào thăm dò. Hào thăm dò có thể chạy dài hàng trăm mét. Giếng

thăm dò là hố đào sâu, đào tới đá cứng chắc và thường có chống đỡ ở vách giếng. Hầm thăm dò chỉ dùng ở sườn dốc lớn, (nghiên cứu lớp phong hóa ở vai đập...) hoặc kết hợp với giếng khảo sát nền đập dưới lòng sông.

Việc khảo sát bằng công trình khai đào cho kết quả tương đối chính xác vì quan sát trực tiếp được bằng mắt các hiện tượng địa chất, nhưng nặng nhọc và tốn kém khi gặp đá rắn hoặc khi mực nước dưới đất ở nông.



Hình IX-1. Các loại công trình khai đào
1. Hố thăm dò ; 2. Giếng ; 3. Hào ; 4. Hầm thăm dò

Công tác khoan thăm dò có thể khắc phục được các nhược điểm của công tác khai đào thăm dò : khoan được qua các lớp đá cứng, đất đá chứa nước và tới độ sâu hàng nghìn mét. Nguyên tắc của khoan là lợi dụng các hợp kim cứng ở lưỡi khoan để cắt hoặc nghiền đất đá. Hiện nay người ta còn có thể phá vỡ đất đá bằng năng lượng nổ, bằng nhiệt độ và sóng cao tần...

Thành phần, tính chất của đất đá ở dưới sâu được nghiên cứu qua các mẫu lấy lên từ giếng khoan (trong trường hợp khoan lấy mẫu) hoặc các vụn đất đá (trong trường hợp khoan phá). Đất đá vụn nát trong quá trình khoan được đưa lên bằng cách bơm các chất lỏng xuống giếng khoan, dùng không khí nén để thổi hoặc chứa trong ống múc. Để giữ cho vách giếng khoan ổn định, có thể dùng các ống chống bằng thép, ximăng, gỗ và phổ biến là dùng các dung dịch chuyên dùng như "dung dịch sét"...

Có hai loại khoan là khoan máy và khoan tay. Khoan tay thường dùng để nghiên cứu lớp trầm tích mềm rời, các lớp nước dưới đất ở nông. Khoan máy dùng thăm dò các tầng đất đá nằm sâu và đá rắn chắc.

Có ba phương pháp khoan : khoan xoay - dụng cụ phá hoại đất đá xoay liên tục và tạo áp lực lớn để phá hoại đất đá : đất đá mềm và cứng trung bình có thể dùng lưỡi khoan hợp kim, đá cứng dùng lưỡi khoan kim cương hay khoan bi. Khoan đập - đất đá bị phá hoại do lực đập của dụng cụ và khoan xoay - đập là hình thức kết hợp khoan đập và xoay, đất đá bị phá hoại chủ yếu do năng lượng đập và sau đó phát triển lên do ứng lực quay và ứng lực trục.

Các hố khoan dùng để nghiên cứu địa chất công trình thường có đường kính trong phạm vi $50 \div 150mm$. Hố khoan có thể thẳng đứng, xiên hay cong.

Bằng cách theo dõi tình hình làm việc của mũi khoan và tốc độ khoan có thể dự đoán được tình hình địa chất và tính chất đất đá ở dưới sâu mà ta không thể quan sát trực tiếp được.

Các công trình khai đào và khoan thăm dò còn là nguồn cung cấp mẫu cho việc thí nghiệm đất đá trong phòng và là nơi để tiến hành thí nghiệm ngoài trời như cắt, nén đất, thí

nghiệm thấm... Mẫu thí nghiệm lấy được từ các công trình khai đào có thể có kích thước lớn và còn giữ nguyen được trạng thái tồn tại thiên nhiên hơn mẫu lấy từ hố khoan thăm dò.

2.3. Phương pháp thăm dò địa vật lý

Cho đến nay, phương pháp thăm dò địa vật lý chưa được dùng nhiều trong khảo sát địa chất công trình, mới chỉ dùng khi nghiên cứu xây dựng đập cao, cầu lớn, các công trình ngầm tại nơi có điều kiện địa chất công trình phức tạp. Các phương pháp địa vật lý dựa trên sự nghiên cứu các trường vật lý và các quá trình vật lý khác nhau phân bố theo không gian. Đặc trưng trạng thái và cường độ của nó phụ thuộc vào tính chất vật lý của đất đá nằm trong khu vực quan trắc. Các trường nghiên cứu có thể là trường thiên nhiên tồn tại trên vỏ quả đất do quy luật khách quan nào đó (như từ trường, trọng trường, điện trường thiên nhiên...) hoặc hình thành bằng phương pháp nhân tạo (trường dao động đàn hồi khi va chạm, nổ...).

Sự khác biệt về thành phần, tính chất của các lớp đất đá càng nhiều thì sự khác nhau theo tham số vật lý nào đó (mật độ, điện trở...) của chúng càng lớn và ranh giới địa chất càng dễ phân biệt : nó được phản ánh trên đường biên của trường vật lý quan trắc.

Công tác quan trắc địa vật lý có thể tiến hành trên mặt đất, trên máy bay, trong giếng khoan, trong công trình khai đào...

Một trong các ưu điểm của phương pháp địa vật lý là có thể tiến hành từ xa, có khả năng phát hiện và nghiên cứu cấu tạo địa chất của mặt cắt ở độ sâu lớn. Độ sâu nghiên cứu của các phương pháp địa vật lý khác nhau, thay đổi từ vài mét đến vài chục kilômet. Ưu điểm thứ hai của phương pháp nghiên cứu này là ở chỗ chỉ một loại tín hiệu phát đi có thể cho nhiều thông tin, bao gồm những tài liệu về tính chất đất đá, về những đặc điểm của mặt cắt địa chất... Ba là, việc nghiên cứu các trường vật lý, theo ý nghĩa bản thân nó là sự nghiên cứu khối không gian, thích hợp với việc nghiên cứu địa chất công trình tổng quan khu vực xây dựng. Bốn là, phép đo địa vật lý được thực hiện bằng các thiết bị thường kèm theo sự ghi chép tự động, do đó đảm bảo được tính khách quan của tài liệu thu nhận. Cuối cùng không thể không xét đến tính cơ động và năng suất cao của phương pháp.

Khi sử dụng phương pháp thăm dò địa vật lý không nên quên những hạn chế của nó, do đó các tính chất vật lý của đất đá hầu như là những tham số tổ hợp (ví dụ như điện trở của đất đá phụ thuộc vào độ rỗng, độ ẩm của đất đá, mức độ và đặc tính khoáng hóa của nước, nhiệt độ của đất đá) khi phân tích khó biết cái gì đã có ảnh hưởng quyết định đến tham số đó. Do vậy, mỗi phương pháp thăm dò địa vật lý chỉ được sử dụng khi xác định được quan hệ ảnh hưởng này trong vùng đo.

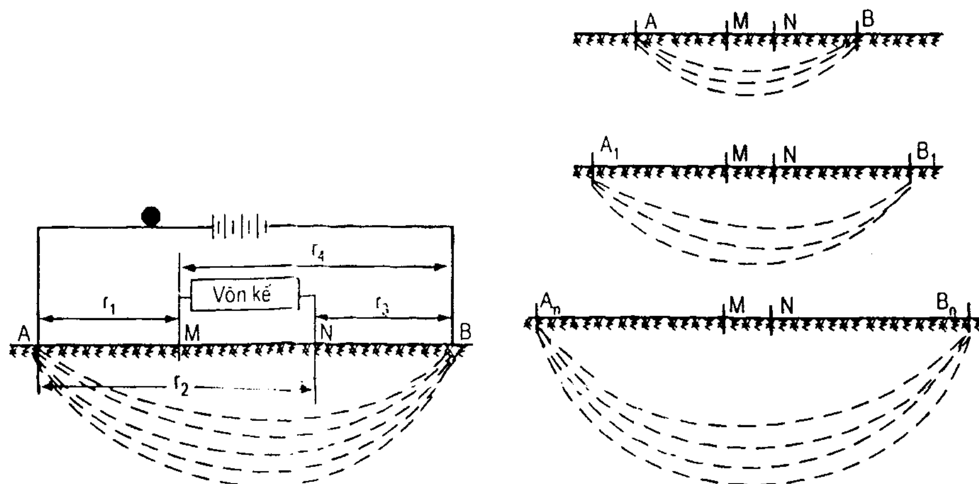
Có nhiều phương pháp khảo sát địa vật lý, nhưng trong đó thông dụng hơn cả trong khảo sát địa chất công trình là phương pháp điện và phương pháp địa chấn. Trong thời gian gần đây, người ta đã bắt đầu sử dụng các phương pháp phóng xạ để nghiên cứu địa chất thủy văn, các đặc trưng vật lý của đất đá như độ ẩm, mật độ...

Phương pháp điện dựa trên cơ sở các loại đất đá khác nhau hoặc có mức độ chứa nước khác nhau sẽ có điện trở suất không giống nhau. Khi sự khác nhau đó càng lớn thì kết quả thăm dò càng chính xác hơn.

Một trong các phương pháp thăm dò điện là phương pháp thăm dò điện thẳng đứng. Phương pháp này cho phép xác định được mực nước dưới đất, lớp đá cứng ở dưới lớp cát, sét...

Thiết bị đo điện thẳng đứng gồm có nguồn điện một chiều (bộ ăcquy, pin), vôn kế (để đo cường độ dòng điện và độ giảm thế), dây dẫn và thiết bị nối đất (các cực điện).

Nguồn điện được nối với đất ở hai điểm A và B *(hình IX-2)*. Dòng điện từ một cực đi qua lớp đất đá và tới điện cực kia. Cường độ dòng điện quyết định bởi mật độ của các đường dòng và có trị số lớn nhất ở gần các điện cực, giảm tới trị số cực tiểu ở chiều sâu lớn nhất. Với việc tăng khoảng cách các điện cực, mật độ dòng điện sẽ phân bố lại và các đường dòng đi tới chiều sâu lớn hơn. Như vậy, thay đổi khoảng cách giữa điểm *A* và *B* có thể thay đổi chiều sâu thăm dò điện. Chiều sâu này trung bình bằng 1/3 ÷ 1/4 khoảng cách giữa các điện cực *A* và *B*. Đo cường độ dòng điện giữa các điện cực cấp điện *A* và *B* và thế hiệu giữa các điện cực *M* và *N*, cho phép tìm được điện trở của đất đá, sự biến đổi của trị số này theo chiều sâu và từ đó lập được mặt cắt địa chất.



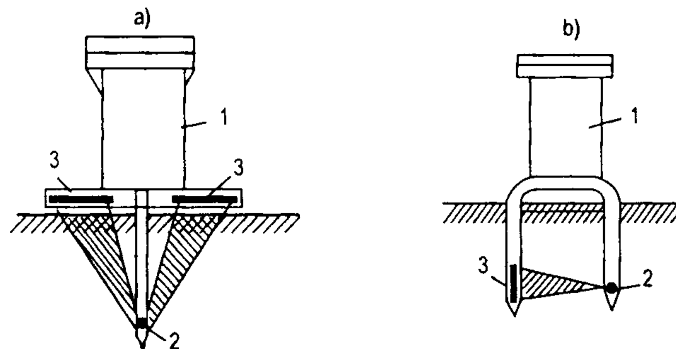
Hình IX-2. *Sơ đồ đo điện thẳng đứng (đường dòng điện là đường gạch đứt)*

Phương pháp chấn động: Khảo sát địa chất công trình bằng phương pháp chấn động dựa trên việc nghiên cứu đặc tính của phương và vận tốc truyền sóng đàn hồi phát sinh do va chạm hay do nổ trong lớp vỏ quả đất. Tại mặt phân cách các lớp đất đá có tính đàn hồi khác nhau, sóng đàn hồi bị phản xạ và khúc xạ, thay đổi phương truyền của nó. Biết thời điểm phát và trở về của sóng và góc khúc xạ, phản xạ sẽ xác định được độ sâu và hình dạng thế nằm các lớp ở dưới sâu.

Trong khảo sát bằng chấn động, người ta chia ra phương pháp sóng phản xạ và phương pháp sóng khúc xạ. Do những khó khăn lớn của việc ghi sóng phản xạ từ giới hạn chôn vùi không sâu nên thường chỉ dùng phương pháp sóng khúc xạ. Phương pháp này xác định ranh giới giữa lớp phủ và đá gốc, hình dạng mặt nước ngầm, các hang động ngầm...

Phương pháp phóng xạ: Hiện nay trong nghiên cứu địa chất công trình đã dùng nhiều phương pháp vật lý hạt nhân, đặc biệt là phương pháp bức xạ gamma và nơtron cũng như các phương pháp đo phóng xạ hố khoan.

Phương pháp bức xạ gamma dựa trên sự giảm cường độ của nó khi đi qua đất đá có mật độ khác nhau. Phương pháp này dùng xác định dung trọng của đất đá với mức độ chính xác 1,5 ÷ 2%. Dụng cụ đo có hai loại - chạc và dùi (*hình IX-3*). Chạc gồm hai ống kim loại, trong đó một ống đặt nguồn bức xạ gamma (coban 60), còn ống kia là ống đếm. Trong thiết bị đo mật độ gamma dạng dùi, nguồn bức xạ đặt ở mũi ống, còn ống đếm đặt ở đế của thiết bị. Ống đo có thể cắm sâu vào trong đất cát, đất sét tới 25*cm*...



Hình IX-3. *Thiết bị xác định dung trọng bằng bức xạ gamma*
a) Dùi ; b) Chạc ;
1. Thân ; 2. Nguồn bức xạ ; 3. Ống đếm

§3. THÍ NGHIỆM ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH

Hiện tại còn có sự lẫn lộn giữa thăm dò và thí nghiệm ; điều này cũng do sự dùng chung thiết bị và phương pháp tiến hành. Nhưng trọng tâm của thí nghiệm là tạo ra cho đất đá một điều kiện làm việc mới, tương tự như các điều kiện thực tế sau này (còn thăm dò thì không đòi hỏi điều này), từ đó quan sát và đo đạc các thông số và các trạng thái của đất đá có liên quan để lường trước khả năng làm việc của đất đá dưới tải trọng công trình, để chọn kiểu công trình, để tính toán kết cấu và khi cần chọn giải pháp xử lý.

Tuỳ theo mục đích, phương pháp thiết bị và mẫu thí nghiệm mà có thể chia ra các loại thí nghiệm khác nhau. Ở đây tạm chia ra thí nghiệm mẫu trong phòng và thí nghiệm tại hiện trường.

3.1. Các thí nghiệm mẫu ở trong phòng

Việc tiến hành thí nghiệm lý, cơ, hoá trên các mẫu đất đá và nước dưới đất đem về trong phòng thường không được nguyên dạng, không đại biểu... nhưng thí nghiệm đơn giản hơn và cho kết quả đo chính xác cao. Trong một số trường hợp thí nghiệm khó tiến hành được trong điều kiện ở hiện trường. Ngày nay khoa học phát triển, các phương pháp thí nghiệm đất đá ở trong phòng đã nhiều không kể xiết, ở đây xin nêu lên một số thí nghiệm thông dụng nhất trong mục đích địa chất công trình.

1. Các thí nghiệm lý học và cơ học của đất

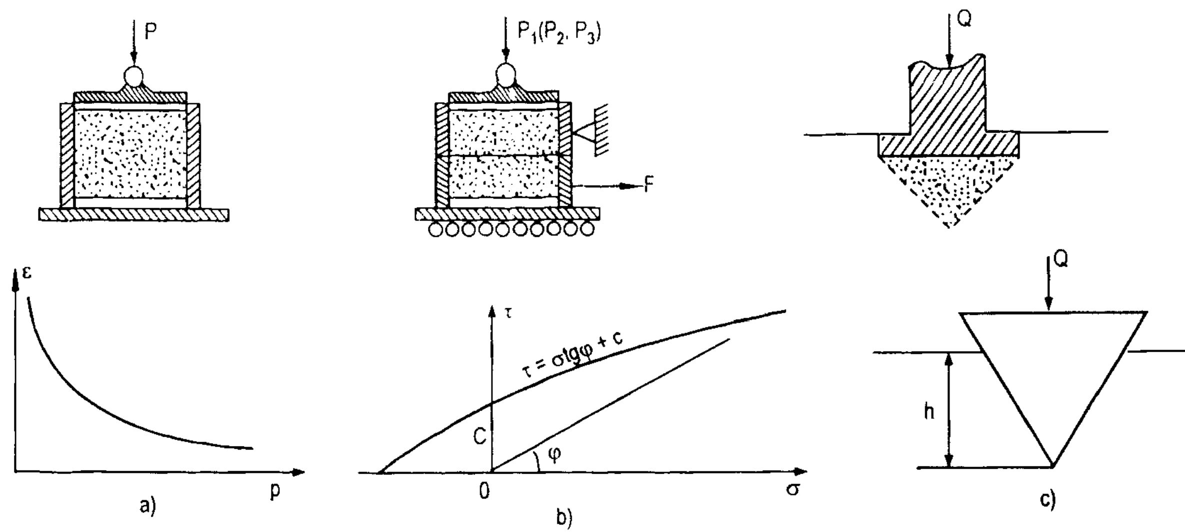
Đối với các mẫu đất, trong thí nghiệm địa chất công trình thường chia ra hai loại là thí nghiệm đất nền và thí nghiệm vật liệu đắp. Chúng ta xét một số thí nghiệm là thí nghiệm

nén, thí nghiệm cắt, thí nghiệm xuyên và thí nghiệm đầm nện đất. Các thí nghiệm khác xem trong các sách chuyên môn.

Thí nghiệm nén: Ở trong phòng, mẫu đất được thí nghiệm nén không nở hông (nén một hướng) với mẫu hình trụ tròn có đường kính 50 hoặc 63*mm* với áp lực từ 0,5 đến 3 hoặc 4kG/cm^2 để thiết lập quan hệ $\varepsilon \sim p$, đánh giá khả năng ép co của đất dưới tải trọng công trình (*hình IX-4a*).

Thí nghiệm cắt ở trong phòng được tiến hành theo một tiết diện tròn định trước, dưới áp lực nén một trục. Tiến hành từ 2 đến 3 mẫu thí nghiệm cắt với 2 đến 3 áp lực nén khác nhau, rồi thiết lập biểu đồ cắt để xác định thông số chống cắt φ và C của đất đá, theo quan hệ $\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi + C$. Đây là hai thông số quan trọng để tính toán cường độ chịu tải của đất nền (*hình IX-4b*). Việc thí nghiệm nén một trục không nở hông, hoặc cắt đất theo một mặt phẳng định trước, trên thực tế không thật phù hợp với điều kiện làm việc của đất dưới móng công trình.

Thí nghiệm xuyên côn dựa trên mô hình làm việc giữa móng với nền. Cơ sở của phương pháp này là khi một mũi xuyên tiêu chuẩn hình côn xuyên vào đất ở trạng thái cân bằng tĩnh thì trong đất hình thành những mặt trượt cân bằng, và cho ta cường độ kháng xuyên P_t, tương ứng với sức chịu tải đơn vị cực hạn của nền đất dưới tải trọng công trình. Thí nghiệm xuyên hiện nay đã có nhiều nước cho phép dùng trong thiết kế công trình với những ưu điểm về mô hình, về ý nghĩa toán lý và về tiết kiệm mẫu thử trong thí nghiệm, nhưng vẫn còn chưa quen dùng trong thiết kế công trình (*hình IX-4c*).



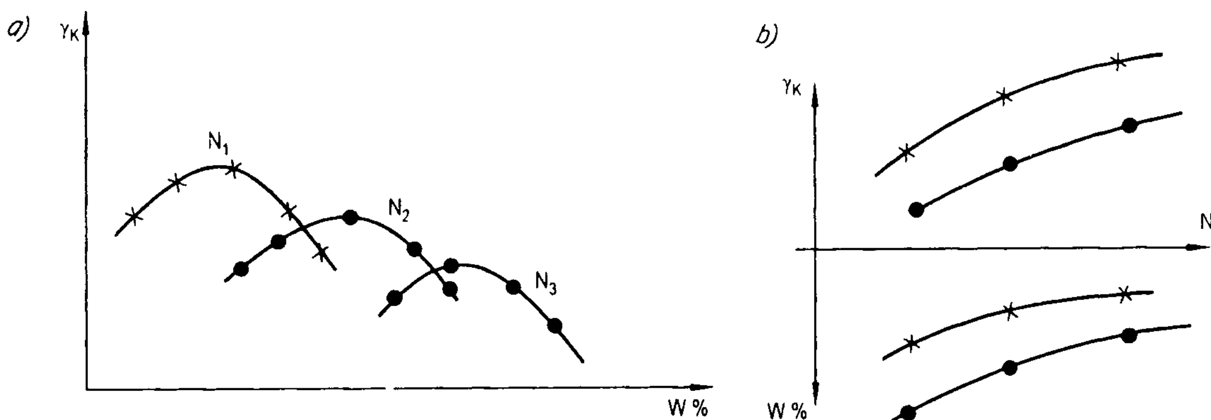
Hình IX-4. *Sơ đồ thí nghiệm nén, cắt, xuyên đất ở trong phòng*
a) Thí nghiệm nén không nở hông và đồ thị quan hệ $\varepsilon \sim p$; b) Thí nghiệm cắt phẳng và đồ thị $\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi + C$; c) Thí nghiệm xuyên côn dựa theo mô hình nền với móng

Thí nghiệm đầm chặt đất được tiến hành với đất làm vật liệu đắp, nhằm xác định độ chặt thích hợp với đặc tính của đất theo một kiểu đầm chặt và xác định độ ẩm thích hợp cho đầm (độ ẩm tốt nhất). Trong thí nghiệm đầm chặt cần xác định độ ẩm và dung trọng khô tương ứng với một công đầm nện nhất định. Từ kết quả thí nghiệm đầm nện lập được đồ thị tương

quan (*hình IX-5*). Mẫu thí nghiệm đầm nện xong cũng được tiến hành thí nghiệm nén, cắt hoặc xuyên như các mẫu nguyên dạng đã nêu trên.

2. Các thí nghiệm lý học, hóa học và sinh học của nước dưới đất

Để tiến hành các thí nghiệm lý, hóa và sinh học của nước dưới đất, không có gì khác các thí nghiệm với nước sông, hồ ; tuy đối với nước dưới đất, điều kiện trong phòng thí nghiệm có thể rất khác biệt với thực tế tồn tại của nước trong các lỗ rỗng và khe nứt của đất đá, nên cần chú ý tới các chất bốc, tới mức độ bảo tồn các vi khuẩn, các hợp chất hữu cơ. Đối với xây dựng và công nghiệp, nước dưới đất thí nghiệm về tính ăn mòn bê tông, lập công thức Kurlov; đối với nước dùng cho sinh hoạt, trồng trọt và chăn nuôi thì xác định mức độ nhiễm trùng, nhiễm độc.



Hình IX-5. Biểu đồ thí nghiệm đầm nện đất
a) Quan hệ γ_k ~W ; b) Quan hệ γ_k với N, N với W.

3.2. Thí nghiệm thấm ngoài hiện trường

Khi khảo sát địa chất công trình chi tiết thường thực hiện thí nghiệm thấm nhằm làm sáng tỏ điều kiện địa chất thủy văn của khu vực xây dựng, xác định tổn thất thấm trên khu vực công trình chắn nước, làm cơ sở cho việc thiết kế các biện pháp chống thấm, dự đoán dòng nước chảy vào hố móng công trình và lập luận chứng thiết kế thiết bị tháo khô ; xác định sự ổn định do xói ngầm và cho mục đích cấp nước.

Trong tầng đất đá bão hòa nước, phương pháp thấm tin cậy hơn cả là hút nước thí nghiệm ; trong tầng đất đá không bão hòa nước thì dùng phương pháp ép nước thí nghiệm, khi công trình đặt trên tầng đất không sâu có thể dùng phương pháp đổ nước thí nghiệm trong hố đào.

1. Phương pháp thí nghiệm hút nước

Người ta dùng một giếng đơn và máy bơm hút nước từ giếng ra. Khi tiến hành hút nước, mực nước trong giếng sẽ hạ xuống một trị số S. Ứng với một trị số hạ thấp mực nước, việc hút nước sẽ dừng khi nào lượng nước hút ra ổn định.

Hệ số thấm của tầng đất đá có được khi thí nghiệm hút nước ở một giếng đơn có khi không được chính xác và chỉ đại biểu cho một phạm vi không lớn xung quanh giếng thí nghiệm, vì vậy thường phải bố trí các giếng quan sát ở xung quanh giếng chính. Giếng quan sát bố trí thành một tia hoặc hai tia, tốt nhất là một tia song song hướng chảy, một tia nữa vuông góc với hướng chảy. Trên mỗi tia bố trí ít nhất là hai giếng quan sát. Bố trí như trên rồi có thể chia từng đoạn để tính, sau đó lấy trị số bình quân...

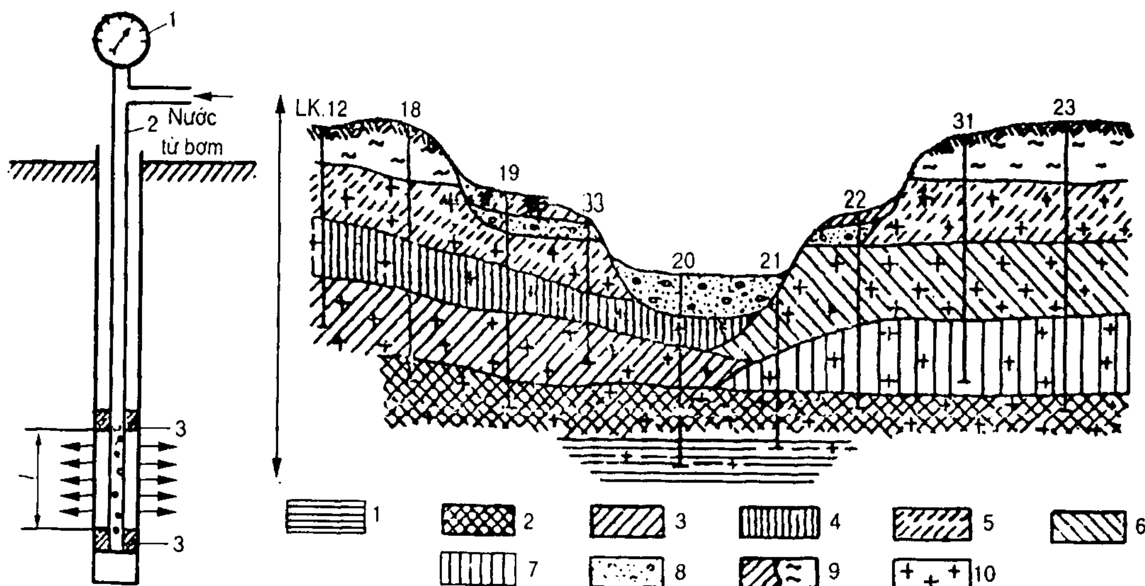
Số lần hạ thấp và trị số hạ thấp mực nước phụ thuộc vào mục đích thí nghiệm. Xác định hệ số thấm *k* cần thay đổi hai trị số hạ thấp mực nước, xác định quan hệ Q = f (S) cần phải tiến hành từ ba trị số hạ thấp mực nước trở lên.

Trong đá cứng nứt nẻ thường tiến hành hút với trị số S cực đại trước, rồi cuối cùng hút với trị số S cực tiểu, nhằm rửa sạch khe nứt bị lấp nhét. Còn đối với đất rời, ban đầu hút với trị số S_{min} để cho các hạt lớn không qua được ống lọc sẽ tập hợp quanh ống lọc tạo lớp lọc tự nhiên.

Các tài liệu thí nghiệm được tập hợp để lập đồ thị Q = f(S), q = f(S) và tính hệ số thấm k.

2. Phương pháp thí nghiệm ép nước

Trong trường hợp các tầng đất đá không chứa nước hoặc nước dưới đất nằm sâu, hút nước khó khăn thì có thể dùng phương pháp ép nước thí nghiệm để xác định mức độ nứt nẻ và tính thấm của đá cứng, nửa cứng, cuội, dăm, tảng.



Hình IX-6. *Sơ đồ ép nước thí nghiệm vào lỗ khoan 1. Áp kế ; 2. Cột ống công tác ; 3. Nút ; l- chiều dài đoạn thí nghiệm*

Hình IX-7. *Mặt cắt địa chất theo tuyến đập, kèm theo độ hấp thụ nước đơn vị, l/ph 1. < 0,01 ; 2. 0,01 ÷ 0,05 ; 3. 0,05 ÷ 0,1 ; 4. 0,1 ÷ 0,5 ; 5. 0,5 ÷ 1 ; 6. 1 ÷ 5 ; 7. 5 ÷ 15 ; 8. Các bồi tích cuội và cát ; 9. Tàn tích loại sét ; 10. Đá granit*

Thiết bị để ép nước gồm có máy phát động, máy ép nước, ống và nút.

Thực chất của phương pháp ép nước thí nghiệm như sau : Dùng thiết bị trám chuyên môn (nút) để cách li đoạn đất đá trong lỗ khoan mà ta cần ép nước vào đó với cột áp định

trước cho tới khi đạt lưu lượng ổn định (*hình IX-6*). Nếu lưu lượng càng lớn thì độ thông nước và tương ứng độ khe nứt, độ karst hóa của chúng càng cao. Giả sử nếu khoan nhiều lỗ trên tuyến đập thiết kế và ở mỗi lỗ khoan đều tiến hành ép nước thí nghiệm thì có thể nhận xét được tính thông nước, độ khe nứt hoặc độ karst hóa của đá trên suốt cả mặt cắt địa chất, theo tuyến công trình thiết kế (*hình IX-7*).

Đơn vị đo độ thông nước và tương ứng, đo mức độ nứt nẻ hoặc karst hóa của đá khi ép nước thí nghiệm, là lượng hấp thụ nước đơn vị, tức lưu lượng nước trên 1*m* chiều dài của đoạn đã được thí nghiệm trong lỗ khoan khi cột nước bằng 1*m*.

$$q = \frac{Q}{l.P} \qquad \text{(IX-1)}$$

Trong đó : q - lượng hấp thụ nước đơn vị, *l/ph . m* ; Q - lưu lượng nước, *l/ph* ; *l* - chiều dài đoạn thí nghiệm, *m* ; P - trị số cột nước tác dụng khi bơm ép, *m*.

Lượng hấp thụ nước đơn vị tuy là đặc trưng so sánh của đất đá, vẫn rất quan trọng, vì nó cho phép đánh giá định lượng tính thông nước, độ khe nứt hoặc độ karst hóa của chúng (*bảng IX-1*) khi giải quyết nhiều nhiệm vụ thực tiễn. Lượng hấp thụ nước đơn vị liên quan với độ thông nước của đất đá bởi công thức kinh nghiệm sau :

$$q = 0{,}503k \qquad \text{(IX-2)}$$

Trong đó: k - hệ số thấm, *m/ngđ*.

Bảng IX-1. Phân chia áng chừng đất đá theo mức độ thông nước và độ khe nứt

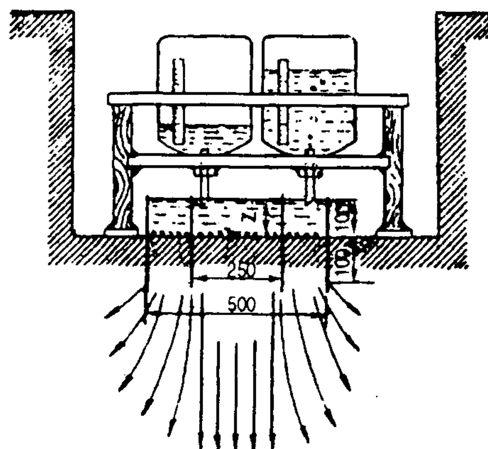
Nhận xét đất đá	Hệ số thấm k, *m/ngđ*	Lượng hấp thụ nước đơn vị q, *l/ph*
Thực tế cách nước, không nứt nẻ	< 0,01	< 0,005
Rất ít thông nước và ít nứt nẻ	0,01 - 0,1	0,005 - 0,05
Ít thông nước và ít nứt nẻ	0,1 - 10	0,05 - 5
Thông nước, nứt nẻ	10 - 30	5 - 15
Thông nước nhiều, nứt nhiều	30 - 100	15 - 50
Thông nước rất nhiều, nứt rất nhiều	> 100	< 50

3. Phương pháp thí nghiệm đổ nước trong hố đào

Khi xác định tính thấm nước của tầng đất ở gần mặt đất, hai phương pháp thí nghiệm trên không giải quyết được thì có thể dùng phương pháp đổ nước thí nghiệm trong hố đào. Đó là một phương pháp đơn giản và kinh tế.

Điều kiện áp dụng phương pháp này là không có nước ngầm nằm gần đáy hố, tính thấm của đất đá ít thay đổi theo phương thẳng đứng, không có xen tầng kẹp không thấm nước. Căn cứ vào lượng nước đổ vào, kích thước của hố mà tính ra hệ số thấm. Phương pháp này thường dùng để tính lượng nước tổn thất do thấm quanh bờ hồ chứa, ở đáy và mái kênh dẫn, nền đường, nền ruộng nương ...

Hiện nay, sử dụng phổ biến là phương pháp đổ nước thí nghiệm của Necterov. Tại hố đào có kích thước lớn hơn 1 × 1,5*m* có độ sâu theo yêu cầu, ấn hai vòng trụ đồng tâm ở đáy hố. Vòng trụ ngoài có đường kính bằng hai lần đường kính vòng trụ trong. Hai vòng đó được ấn vào đất từ 5 ÷ 10*cm* và cao hơn đáy hố 10*cm*. Trong hố thí nghiệm có giá để hai bình chứa nước. Một bình cho nước vào vòng trụ trong, một bình cho nước vào vùng trụ ngoài (*hình IX-8*).



Hình IX-8. *Phương pháp thí nghiệm của Necterov*

Cho nước chảy xuống và giữ cho mực nước trong vòng trụ ở chiều cao 10*cm*. Khi lưu lượng chảy vào ổn định trong 2 giờ liền (không chênh quá 10%) thì ngừng. Hệ số thấm được tính sơ bộ theo công thức :

$$k = \frac{Q}{F} \qquad \text{(IX-3)}$$

Trong đó : Q - lưu lượng ổn định ở vòng trụ trong ; F - tiết diện của vòng trụ trong.

Phương pháp này giả thiết là những tổn thất do mao dẫn đi lên và thấm sang hai bên đều dùng nước vòng trụ ngoài, còn nước vòng trụ trong chỉ thấm từ trên xuống.

Việc tính hệ số thấm *k* chính xác hơn, có xét đến chiều sâu ngấm và áp lực mao dẫn, theo công thức sau :

$$k = \frac{Q.Z}{F(H_k + h + Z)} \qquad \text{(IX-4)}$$

Trong đó : H_k - áp lực mao dẫn hình thành do nước thấm vào đất, bằng 0,5 chiều cao mao dẫn ; h - bề dày lớp nước ở trên mặt đất ; Z - chiều sâu thấm.

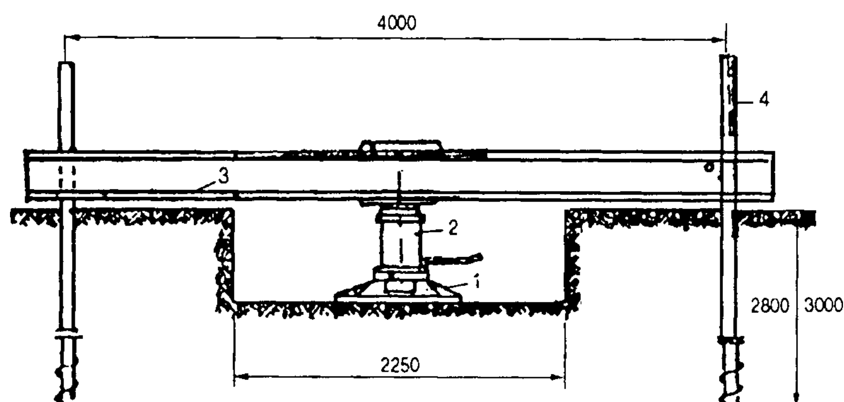
3.3. Thí nghiệm cơ lý đất ngoài hiện trường

Trong những năm gần đây, người ta ứng dụng rộng rãi các phương pháp nghiên cứu đất đá trong điều kiện hiện trường, nghiên cứu ở dạng thế nằm thiên nhiên của nó. Điều này cho phép giảm bớt số lượng công trình khai đào thăm dò, khối lượng công tác thí nghiệm trong phòng và trong một số trường hợp cho phép xác định các đặc trưng độ bền, biến dạng và một số đặc trưng khác của đất đá với độ chính xác cao so với thí nghiệm trong phòng.

Lý luận cơ bản, trình tự, phương pháp và kỹ thuật tiến hành các thí nghiệm hiện trường có thể xem các sách hướng dẫn riêng. Dưới đây xin trình bày một số phương pháp thí nghiệm ngoài hiện trường thông dụng nhất.

1. Thí nghiệm nén trong hố đào

Các đặc trưng biến dạng của đất, trong điều kiện hiện trường thường được thí nghiệm bằng phương pháp nén tĩnh trong hố đào và hố khoan (*hình IX-9*). Diện tích bàn nén cho hố đào thường là 5.000 cm^2 với tiết diện vuông hoặc tròn, còn trong hố khoan thì là hình tròn với diện tích 600 cm^2.



Hình IX-9. *Sơ đồ thí nghiệm nén đất trong hố đào bằng tải trọng tĩnh*
1. Bàn ép ; 2. Kích thủy lực ; 3. Dầm tựa dọc ; 4. Cọc neo vít

Trên cơ sở quan sát tải trọng nén và độ lún của bàn nén, người ta thành lập đồ thị quan hệ độ lún bàn nén và tải trọng S = f (S). Giá trị môđun biến dạng E được xác định theo công thức :

$$E = (1 - \mu^2)\frac{P}{Sd} \qquad \text{(IX-5)}$$

Trong đó : E - môđun biến dạng, kG/cm^2 ; P - tải trọng tác dụng lên bàn nén, kG ; d - đường kính bàn nén, cm ; S - độ lún cuối cùng của bàn nén, cm ; μ - hệ số nở hông của đất, đối với cát và cát pha: μ = 0,30 ; đối với sét pha: μ = 0,35 ; đối với sét: μ = 0,42 (kinh nghiệm).

2. Thí nghiệm nén hông

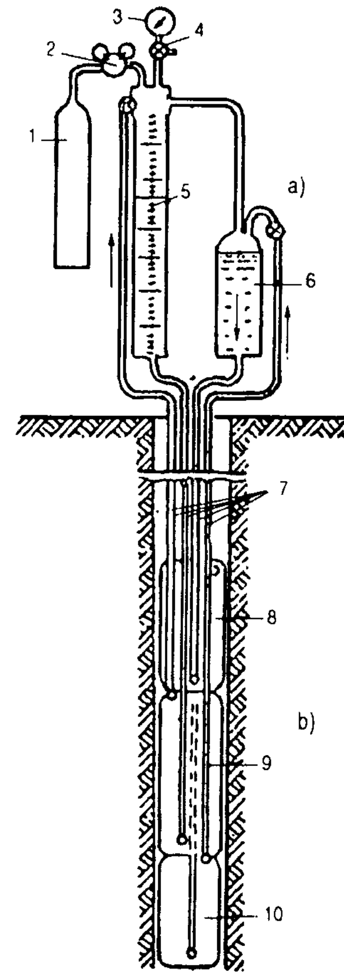
Phương pháp nén ép hông được áp dụng để xác định tính chất biến dạng của đất cát - sét trong các hố khoan. Phương pháp này nhằm đo độ lún của đất tại thành hố khoan dưới tác dụng của áp lực. Máy ép được sử dụng để đo độ lún (*hình IX-10*) làm việc theo nguyên tắc sau đây:

Trên cần khoan nối với bình hình trụ tròn có thành xung quanh bằng chất dẻo được ngăn làm ba buồng áp lực và đưa vào hố khoan đến độ sâu cần nghiên cứu. Các buồng áp lực phụ phía trên và phía dưới nối với một thùng tròn, còn buồng làm việc ở giữa nối với ống đo. Thùng tròn và ống đo lưu thông với một bình khí nhỏ có áp lực cao chứa đầy khí cacbonic hoặc khí nén qua hộp giảm áp. Áp lực khí truyền lên đất đá xung quanh thành hố khoan qua nước đựng đầy trong hệ thống.

Sau khi cho buồng áp lực vào hố khoan đến độ sâu cần thiết, nhờ hộp giảm áp mà truyền tải trọng vào máy ép. Quan trắc biến dạng cho đến khi độ lún ổn định thì truyền cấp tải trọng tiếp theo. Môđun biến dạng được xác định theo công thức :

$$E = (1 + \mu)\, r_0 \frac{dP}{dr} \qquad \text{(IX-6)}$$

Trong đó : dP - số gia áp lực ; dr - số gia biến dạng hướng tâm tương ứng với số gia áp lực ; r_0 - bán kính của buồng dưới áp lực ban đầu ; μ - hệ số nở hông của đất.



Hình IX-10. *Sơ đồ máy ép*
1. Bình khí ; 2. Hộp giảm áp ; 3. Lực kế ; 4. Khoá chữ T ; 5. Ống đo ; 6. Thùng tròn ; 7. Cần ; 8,10. Các buồng hỗ trợ ; 9. Buồng làm việc (ép)

3. Thí nghiệm nén sập cột đất

Sơ đồ thiết bị để nén sập cột đất trong hố đào cho trong *hình IX-11*. Sau khi nén sập cột đất, xây dựng đường cong nén sập theo tỉ lệ 1/5 hay 1/10. Đem chia cột đất ra làm nhiều khối rồi lập phương trình cân bằng.

Bằng cách tương tự xây dựng đường cong nén sập cho cột đất thứ hai bị nén. Kết quả của hai thí nghiệm thu được hệ phương trình :

$$\sum_1^n T = \sum_1^n N.f + CA_1 \;; \qquad \sum_1^{n'} T = \sum_1^{n} N.f + CA_2 \qquad \text{(IX-7)}$$

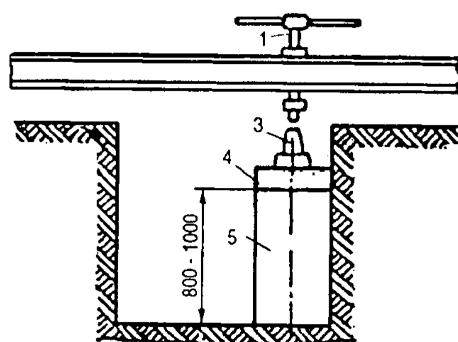
Trong đó : N - áp lực thẳng góc ; T - lực cắt ; f - hệ số ma sát trong ; C - lực dính kết ; A_1 và A_2 - các diện tích mặt trượt của cột thứ nhất và cột thứ hai.

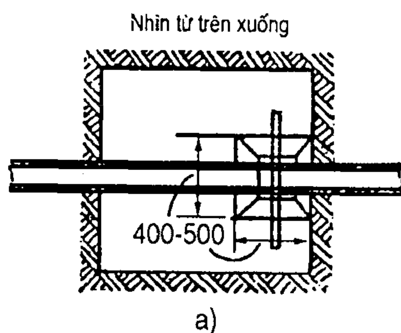
Giải hệ phương trình này thu được trị số các chỉ tiêu kháng cắt C và f = tgφ.

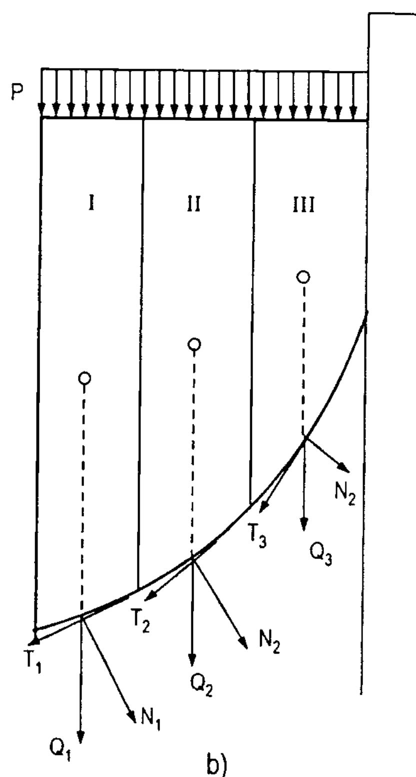
4. Thí nghiệm cắt quay

Cắt quay được dùng để nghiên cứu sức chống cắt của các loại đất yếu như đất loại sét mềm có độ sệt không ổn định, cát hạt nhỏ và hạt mịn chứa nước, kết cấu xốp ; than bùn ; đất loại cát và loại sét hóa mùn và hóa than bùn ; bùn ... Các loại đất ấy rất khó hoặc không lấy được mẫu để thí nghiệm sức chống cắt ở trong phòng, cũng như thí nghiệm ở ngoài trời bằng các phương pháp khác.

Thực chất của phương pháp này như sau : đo mômen xoắn tối đa, cần thiết để làm quay một dụng cụ gồm 4 cánh được hạ (ấn) xuống đất, theo mặt trụ (*hình IX-12*). Vì vậy, người ta gọi nó là phương pháp cắt quay. Ở *hình IX-12* ta thấy rằng khi cánh quay, đất bị cắt theo mặt trụ với chiều cao h và đường kính d. Lúc đó sức chống cắt bằng :







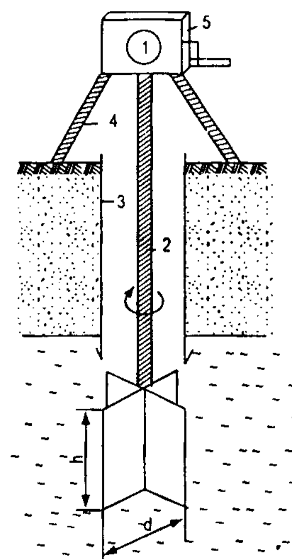
Hình IX-11. *Thiết bị để nén cột đất trong hố đào*
a) Sơ đồ thiết bị; 1. Trục vít ép; 2. Dầm tựa; 3. Lực kế;
4. Bàn nén; 5. Cột đất; b) Sơ đồ lực sinh ra khi nén sập lăng thể đất.

$$\tau = \frac{M_{max}}{K} \quad \text{(IX-8)}$$

Trong đó : τ - sức chống cắt của đất, kG/cm^2 ; M_{max} - mômen xoắn cực đại, $kG.cm$; K - đại lượng không đổi của cánh (cm^3) phụ thuộc vào chiều cao h và đường kính d của nó :

$$K = \frac{\pi d^2 h}{2}\left(1 + \frac{d}{3h}\right) \quad \text{(IX-9)}$$

Phương pháp này cho ta xác định được tổng sức chống cắt của đất, không tìm được các đại lượng góc ma sát trong φ và lực dính C riêng lẻ. Sức chống cắt của đất mềm thì chủ yếu là do lực dính quyết định, còn ở đất cát thì chỉ do ma sát trong quyết định.

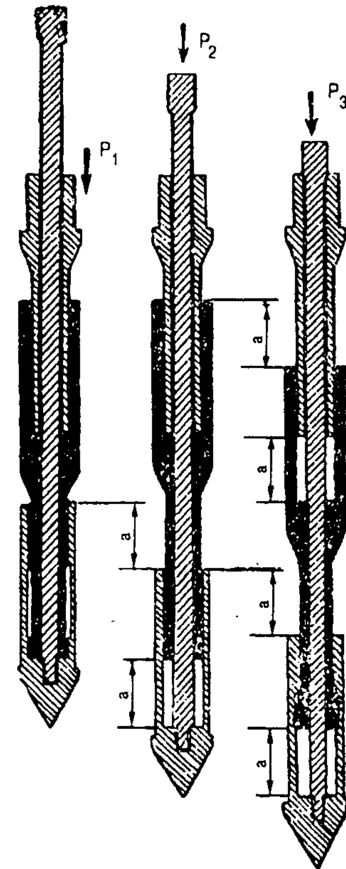


Hình IX-12. *Sơ đồ thí nghiệm cắt quay*
1. Dụng cụ cắt có cánh; 2. Cần; 3. Ống chống;
4. Giá; 5. Thiết bị đo của dụng cụ,
có cơ cấu truyền động để làm quay cánh.
h- Chiều cao cánh; d- Đường kính của cánh.

5. Thí nghiệm xuyên hiện trường

Do có mô hình sát thực, lại gọn nhẹ nên phương pháp xuyên đang được áp dụng rộng rãi để khảo sát đất nền. Hiện tại có nhiều loại xuyên, trước hết khác nhau ở cách truyền lực xuyên chia ra xuyên động và xuyên tĩnh. Sự khác nhau về hình dạng và kích thước mũi xuyên đưa đến công thức tính toán khác nhau. Loại mũi xuyên thông dụng có dạng hình nón, góc đỉnh 60^0 và có đường kính 36*mm*, bằng thép cứng hay hợp kim.

Xuyên động còn chia ra xuyên động nhẹ và xuyên động nặng, tùy theo trọng lượng quả tạ truyền lực được thả rơi tự do từ độ cao 500*mm* là 10*kg*, 50*kg* hay 63,5 *kg*. Sức kháng xuyên được xác định biểu kiến, theo số lần quả tạ rơi để mũi xuyên đi sâu vào đất 30*cm*. Người ta đã dùng thực nghiệm để lập quan hệ giữa sức chịu tải của nền đất với số lần quả ta rơi cho từng loại đất có độ sệt *B* (với đất loại sét) và độ chặt tương đối *D* (với đất loại cát), nên dùng phương pháp này rất tiện lợi cho thí nghiệm đất nền (*bảng IX-2*). Tuy nhiên, do lực xuyên là động, nên đối với đất loại sét bão hòa nước, trong trường hợp xuyên sâu thì không thích hợp. Xuyên động thích hợp cho đất loại cát, đặc biệt là cát không bão hòa nước, như thường gặp khi khảo sát nền đường, sân bay...



Hình IX-13. *Sơ đồ thí nghiệm xuyên tại hiện trường*

Xuyên tĩnh có lực xuyên tĩnh, mũi xuyên đi vào đất với tốc độ 2 ÷ 3 *cm/s*. Sức kháng xuyên xác định theo lực xuyên và hình dạng mũi. Với mũi xuyên hình nón, góc đỉnh 60^0, đường kính 36*mm*, thì sức kháng xuyên của đất xấp xỉ 1/10 lực xuyên. Nhiều loại xuyên tĩnh còn gắn thêm một áo kim loại hình trụ tròn để đo ma sát (*hình IX-13*), một thông số cần thiết cho thiết kế móng cọc. Xuyên tĩnh thích hợp nhất trong nền đất không có lẫn cuội sỏi, đặc biệt là nền đất bồi tích mềm yếu, với độ sâu từ 10 đến 30 mét...

Với vùng khảo sát có địa tầng được xác định trước thì xuyên tĩnh có cơ sở đối chứng để phân chia các lớp đất. Sự thay đổi cường độ kháng xuyên thể hiện đầy đủ sự thay đổi các lớp đất và sự thay đổi độ chặt của đất nền.

Ngày nay, người ta còn gắn thêm vào mũi xuyên các thiết bị địa vật lý giúp cho xuyên có thể đo được nhiều thông số hơn. Trong tương lai, xuyên có thể thay thế cho nhiều loại khảo sát thí nghiệm cổ điển khác, bởi vì nó có mô hình gần với điều kiện làm việc của nền dưới đáy móng, đồng thời nó có thiết bị gọn nhẹ và thí nghiệm đơn giản, lại nhanh.

3.4. Quan trắc dài ngày ở ngoài hiện trường

Khảo sát sự thay đổi các đặc trưng địa chất công trình của vùng xây dựng theo không gian đã khó, nhưng khảo sát sự thay đổi các đặc trưng đó theo thời gian còn khó khăn hơn,

bởi lẽ sự thay đổi các đặc trưng đó kéo dài trong nhiều ngày thậm chí nhiều năm trên những quy mô rộng lớn, bị chi phối bởi nhiều yếu tố, mà khả năng con người chưa thể tạo ra được trên các mô hình thí nghiệm. Cho nên quan trắc dài ngày tại hiện trường vừa có tính cần thiết vừa có tính tất yếu khách quan. Thông thường, ngày nay người ta phải quan trắc quá trình chuyển dịch đất đá ; sự thay đổi thành phần và tính chất cũng như mực nước, mực áp lực của nước dưới đất ; diễn biến của trượt, sự phát triển của karst và xói ngầm, sự lún của các ngôi nhà và công trình, hiện tượng xâm thực và bồi tích của biển và sông...

Bảng IX-2. Quan hệ giữa số búa nện với các chỉ tiêu vật lý, cơ học của đất
(khi xuyên sâu 30cm)

Đất mềm dính			Đất xốp rời (C = 0)		
Số búa nện	Độ sệt (B)	Cường độ cho phép, (kG/cm^2)	Số búa nện	Độ chặt tương đối (D)	Góc ma sát trong (φ^o)
0 - 2	> 1	0,0 - 0,25	0 - 4	0,0 - 0,15	< 30
2 - 4	1 - 0,75	0,25 - 0,50	4 - 10	0,15 - 0,30	30 - 35
4 - 6	0,75 - 0,5	0,5 - 1	10 - 30	0,30 - 0,50	35 - 40
8 - 15	0,5 - 0,25	1 - 2	30 - 50	0,50 - 0,75	40 - 45
15 - 30	0,25 - 0	2 - 4	> 50	> 0,75	> 45
> 30	0	> 4			

Với mỗi đối tượng, mỗi mục đích và mỗi điều kiện cụ thể sẽ có những phương pháp và quy trình quan trắc riêng. Chẳng hạn sự quan trắc nước dưới đất, thường là quan trắc hàng ngày cho hết một năm khí hậu. Quan trắc trượt thường kéo dài hết một mùa mưa. Còn quan trắc phong hóa đất đá thường phải kéo dài trong nhiều năm. Nhiều đề mục quan trắc kéo dài trong suốt quá trình khảo sát cho tới xây dựng và khai thác công trình. Kinh nghiệm cho thấy rằng quan trắc hiện trường bằng tổ hợp các thí nghiệm là phù hợp nhất, chính xác nhất và rẻ tiền nhất trong khảo sát địa chất công trình nói riêng và trong điều tra thiên nhiên nói chung.

§4. XÁC ĐỊNH TRỊ SỐ TÍNH TOÁN CÁC CHỈ TIÊU TÍNH CHẤT CỦA ĐẤT ĐÁ

Như đã biết, các chỉ tiêu tính chất của đất đá đều được xác định thực nghiệm bằng phương pháp và thiết bị nào đó đối với mẫu đất đá lấy được trong xây dựng. Thường xảy ra sự phân tán các giá trị của các chỉ tiêu đo được do tính không đồng nhất của đất đá, do máy móc thiết bị, do năng lực và tính chủ quan của người làm thí nghiệm, do sự phá hoại ở mức độ khác nhau của kiến trúc tự nhiên và trạng thái của mẫu đất đá khi chọn, khi vận chuyển và khi bảo quản nó.

Bởi vậy, để có thể tìm được các đặc trưng tính toán sát thực phải tiến hành nhiều phép đo trên một mẫu thử và trên nhiều mẫu thử cùng loại, rồi tiến hành chỉnh lý kết quả thực nghiệm thu được để lựa chọn trị số đúng đắn nhất cho tính toán.

Nội dung chỉnh lý là hiệu chỉnh các số liệu không chính xác tức là các số liệu không phản ánh đúng thực tế mẫu muốn đo, hiệu chỉnh khả năng biến đổi các đặc trưng cơ bản của mẫu thử so với thực tế bên ngoài trong xây dựng và sử dụng công trình.

Dưới đây chúng ta nêu lên hai phương pháp thông dụng trong xây dựng là phương pháp trị số chỉ tiêu trung bình và phương pháp giới hạn tin cậy.

Nhìn chung công tác chỉnh lý bao gồm 6 bước sau :

1. Lập đồ thị phân tán đối với tất cả các trị số quan trắc được của mỗi chỉ tiêu quan trắc (*hình IX-14*).

2. Kiểm tra luật phân bố chuẩn của các trị số phân bố phân tán.

3. Xác định trị số trung bình số học, độ lệch bình phương trung bình và hệ số biến đổi của mỗi chỉ tiêu.

4. Loại bỏ những trị số sai lệch quá đáng của tập hợp số liệu đã quan trắc được trong thực nghiệm về chỉ tiêu đó.

5. Xác định lại trị số trung bình số học, độ lệch bình phương trung bình và hệ số biến thiên sau khi đã loại bỏ các trị số sai lệch quá đáng.

6. Xác định các trị số hiệu chỉnh cho các chỉ tiêu đại diện tổng quát.

Trị số chỉ tiêu trung bình số học đặc trưng cho một yếu tố địa chất công trình, được xác định theo công thức :

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N} \qquad \text{(IX-10)}$$

Trong đó : x_i - trị số quan trắc được của chỉ tiêu ;

N - số lần quan trắc về chỉ tiêu đó.

Khi N quá lớn, để đơn giản tính toán và tránh những sai số cục bộ dẫn đến sai số lớn cho kết quả cuối cùng, người ta thường dùng trị số *trung bình trọng tâm* :

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i p_i}{\sum p_i} \qquad \text{(IX-11)}$$

Trong đó : Dãy các trị số quan trắc được chia thành các nhóm và x_i - trị số trung bình của nhóm ; p_i - tần suất xuất hiện các trị số x_i trong nhóm.

Độ lệch (sai số) bình phương trung bình là đại lượng đặc trưng cho sự phân tán của các trị số riêng lẻ so với trị số trung bình số học :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N}} \qquad \text{(IX-12)}$$

Trong đó : x_i , $\bar{x}$, N - tương tự như (IX-11) đã nêu.

Thông thường thì độ lệch bình phương trung bình tính theo hệ thống thập phân và có thứ nguyên của chỉ tiêu nghiên cứu.

Người ta còn dùng tỷ lệ phần trăm của độ lệch bình phương trung bình so với trị số trung bình số học, gọi là *hệ số biến thiên V* :

$$V = \frac{\sigma}{\overline{x}} \text{ , \%} \quad \text{(IX-13)}$$

Trong đó : σ , $\overline{x}$ tương tự như (IX-12) đã nêu.

Hệ số biến thiên cho thấy mức độ phân tán của các giá trị trong tập hợp so với tri số trung bình số học. Các chỉ tiêu khác nhau sẽ có hệ số biến thiên khác nhau.

Để loại bỏ các trị số ngẫu nhiên quá sai lệch rơi vào liệt trị số thực nghiệm, làm sai lệch trị số trung bình số học và độ lệch bình phương trung bình trong thực tế thường dùng phương pháp giới hạn như phương pháp 2σ , phương pháp 3σ :

$$\overline{x} \pm 2\sigma \quad \text{(IX-14a)}$$

$$\overline{x} \pm 3\sigma \quad \text{(IX-14b)}$$

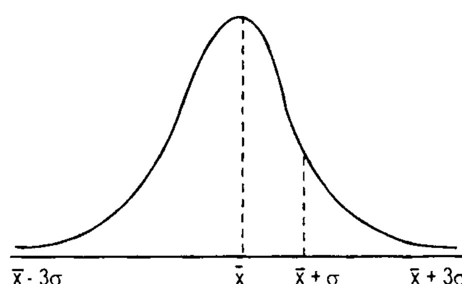
nghĩa là trên đồ thị phân tán, người ta loại ra những trị số nằm ngoài phạm vi $\overline{x} \pm 2\sigma$ hoặc $\overline{x} \pm 3\sigma$. Tuy nhiên, cũng cần phải xét đến các điều kiện của trị số đó xảy ra do nguyên nhân gì. Thông thường thì sai số xảy ra do các nguyên nhân sau:

- Sai số do quan trắc mẫu thử như sự phá vỡ cấu trúc tự nhiên, hao hụt độ ẩm, sai lệch của thiết bị, trình độ nhân viên thí nghiệm... Việc phát hiện nguyên nhân loại này tương đối đơn giản, thường đo lại mẫu, tính toán lại kết quả.

- Sai số do sự thay đổi cục bộ của đối tượng nghiên cứu như sự thay đổi của sét lẫn cát... Việc kiểm tra nhóm nguyên nhân này phải tiến hành ngay khi chọn mẫu thử.

- Sai số do chọn sơ đồ mẫu thử không đúng như phân chia địa tầng, lớp... sai với thực tế, đã làm lẫn lộn giữa các loại với nhau. Việc lựa chọn giới hạn 2σ hay 3σ là tùy vào đối tượng và đặc trưng khảo sát, mức độ khảo sát.

- Sau khi đã loại bỏ trị số không đặc trưng tiến hành lập lại trị số trung bình số học $\overline{x}$, độ lệch bình phương trung bình σ và xác định chỉ tiêu tổng quát.



Hình IX-14. *Đồ thị phân tán của các đặc trưng.*

Việc xác định các chỉ tiêu tổng quát tiến hành bằng một trong hai phương pháp : phương pháp trung bình lớn nhất hay nhỏ nhất và phương pháp giới hạn tin cậy.

Phương pháp trung bình lớn nhất hay nhỏ nhất xác định trị số chỉ tiêu khi đã có lường trước những khả năng xảy ra các trị số sai lệch lớn :

$$x_{tb\,min} = \frac{\overline{x} + x_{min}}{2} \quad \text{(IX-15a)}$$

$$x_{thmax} = \frac{\bar{x} + x_{max}}{2} \qquad \text{(IX-15b)}$$

Trong đó : $\bar{x}$ - trị số trung bình số học của dãy chọn ; x_{min} - trị số nhỏ nhất của dãy chọn; x_{max} - trị số lớn nhất của dãy chọn.

Trường hợp số lần đo quá lớn, phải chia nhóm và sử dụng trị số trung bình số học trọng tâm thì các trị số x_{min} và x_{max} là các trị số nhỏ nhất là lớn nhất trong các nhóm, sau khi đã lấy trung bình, và chúng phải chiếm dư 25% tổng số các trị số trong tập hợp (dãy) đã chọn.

Tuy nhiên, phương pháp này thiếu cơ sở khoa học chắc chắn vì vậy nó chỉ được dùng trong thiết kế sơ bộ công trình. Trong thiết kế kỹ thuật cần áp dụng các phương pháp chính xác hơn.

Phương pháp giới hạn tin cậy dựa trên cơ sở xác suất xuất hiện trị số chỉ tiêu có liên quan với phạm vi xuất hiện (khoảng) của chỉ tiêu nghiên cứu. Như vậy, tương ứng với một xác suất càng lớn thì phạm vi giới hạn (đại lượng sai số) càng lớn :

$$\left|\bar{x} - x_a\right| \le t_\alpha \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \qquad \text{(IX-16a)}$$

Khi *N* còn nhỏ (*N* < 30) thì có thể dùng công thức :

$$\left|\bar{x} - x_a\right| \le t_\alpha \frac{\sigma}{\sqrt{N-1}} \qquad \text{(IX-16b)}$$

Hay nói cách khác là giá trị chỉ tiêu chính x_a nằm trong giới hạn :

$$\bar{x} - t_\alpha \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \le x_a \le \bar{x} + t_\alpha \frac{\sigma}{\sqrt{N}}, \qquad \text{(IX-16c)}$$

Trong đó : $\bar{x}$ - trị số trung bình số học của chỉ tiêu trong dãy đã chọn ; x_a - trị số trung bình chính, tức là trị số có thể có trong thực tế với một xác suất nào đấy, σ - độ lệch bình phương trung bình ; t_α - đại lượng xác định theo *bảng IX-3*, phụ thuộc vào xác suất để trị số trung bình số học của tập hợp đã chọn sai khác với trị số trung bình chính không quá một đại lượng $t_\alpha \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$.

Trị số xác suất α thường được tính theo số thập phân hay phần trăm. Chọn trị số α phải tùy theo giai đoạn thiết kế, điều kiện địa chất công trình, vốn đầu tư, kết cấu và tầm quan trọng của công trình. Hiện nay, trong thiết kế sơ bộ các công trình thường chọn $\alpha = 0{,}9 \div 0{,}95$. Trong thiết kế kỹ thuật chọn $\alpha = 0{,}99 \div 0{,}999$.

Chỉ tiêu tính toán được chọn lựa dựa trên chỉ tiêu tổng quát, có nghĩa là x_{tt} có thể chọn trong khoảng có thể xảy ra của x_a, tức là trong khoảng $\bar{x} - t_\alpha \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$ đến $\bar{x} + t_\alpha \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$ tùy theo tầm quan trọng của công trình.

Bảng IX-3. Trị số t_α với xác suất α từ 0,9 đến 0,999.

$\alpha = 0{,}9$	$\alpha = 0{,}95$	$\alpha = 0{,}98$	$\alpha = 0{,}99$	$\alpha = 0{,}999$
6,31	12,71	31,82	63,66	136,20
2,92	4,30	6,97	9,93	31,60
2,35	3,18	4,54	5,84	12,94
2,13	2,78	3,75	4,60	8,61
2,02	2,57	3,37	4,03	6,86
1,94	2,45	3,14	3,70	5,96
1,90	2,37	3,00	3,50	5,40
1,86	2,30	2,90	3,36	5,04
1,83	2,26	2,82	3,25	4,78
1,81	2,23	2,76	3,17	4,59
1,80	2,20	2,72	3,11	4,49
1,78	2,18	2,68	3,06	4,32
1,77	2,18	2,65	3,06	4,14
1,76	2,14	2,62	2,98	4,12
1,75	2,13	2,60	2,95	4,07
1,75	2,12	2,58	2,92	4,02
1,74	2,11	2,57	2,90	3,97
1,73	2,10	2,55	2,88	3,92
1,73	2,09	2,54	2,86	3,88
1,72	2,09	2,53	2,85	3,85
1,72	2,08	2,52	2,83	3,82
1,72	2,07	2,51	2,82	3,79
1,71	2,07	2,50	2,81	3,77
1,71	2,06	2,49	2,80	3,75
1,71	2,06	2,49	2,79	3,72
1,71	2,05	2,48	2,78	3,71
1,70	2,05	2,47	2,77	3,69
1,70	2,05	2,47	2,76	3,67
1,70	2,05	2,46	2,76	3,66
1,70	2,04	2,46	2,75	3,65
1,68	2,02	2,42	2,70	3,55
1,67	2,00	2,39	2,66	3,46
1,66	1,98	2,36	2,62	3,37
1,65	1,96	2,33	2,58	3,29

§5. BẢN ĐỒ ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH

5.1. Các loại bản đồ địa chất công trình và nhiệm vụ của nó

Bản đồ địa chất công trình là bản đồ trình bày những yếu tố địa chất công trình quan trọng nhất trong phạm vi lãnh thổ nghiên cứu, cần thiết cho quy hoạch, thiết kế, xây dựng và khai thác công trình, cũng như thực hiện các biện pháp kỹ thuật khác. Bằng các tài liệu đo vẽ bản đồ địa chất công trình mà tổng hợp lại lập nên bản đồ địa chất công trình. Chúng là tài liệu cơ bản phản ánh những kết quả chủ yếu nhất, không những của riêng công tác đo vẽ mà còn của cả công tác thăm dò, thí nghiệm và quan trắc dài ngày...

Thông thường có ba kiểu bản đồ địa chất công trình là bản đồ điều kiện địa chất công trình, bản đồ phân khu địa chất công trình và bản đồ địa chất công trình chuyên môn. Mức độ nghiên cứu chi tiết và tỷ lệ bản đồ được xác định theo yêu cầu của thiết kế và cấp phức tạp về địa chất của vùng.

Bản đồ điều kiện địa chất công trình thành lập cho tất cả các loại hình xây dựng trên mặt đất, dùng để đánh giá tổng quan điều kiện địa chất khi thiết kế xây dựng các công trình.

Bản đồ phân khu địa chất công trình nhằm giải quyết yêu cầu chung cũng như yêu cầu chuyên môn trên cơ sở tổng hợp các điều kiện địa chất công trình từng phần lãnh thổ cùng với sự phân chia chi tiết ra các khu vực, miền... Số khu phân chia tăng theo tỷ lệ bản đồ, khi cần thiết có thể chia ra các phụ khu, các khoảnh...

Bản đồ địa chất công trình chuyên môn thành lập theo yêu cầu của đối tượng xây dựng cụ thể hoặc một số dạng xây dựng gần giống nhau. Trên bản đồ phải đánh giá được điều kiện địa chất công trình của lãnh thổ và dự đoán các hiện tượng địa chất sẽ xảy ra có ảnh hưởng tới ổn định công trình.

Ở vùng có cấu trúc địa chất phức tạp thì phải lập các bản đồ phụ trợ đặc trưng cho từng yếu tố địa chất công trình, ví dụ : bản đồ trượt, bản đồ karst, bản đồ địa mạo, bản đồ địa chất thủy văn, bản đồ kiến tạo...

Theo công dụng và mức độ tỷ mỷ về nội dung, bản đồ địa chất công trình được chia ra làm bốn loại sau :

Bản đồ tỷ lệ nhỏ hay *bản đồ khái quát* có tỷ lệ từ 1/500.000 và nhỏ hơn. Nhiệm vụ của bản đồ là phản ánh những quy luật chung của sự thành tạo và sự phân bố các điều kiện địa chất công trình trên lãnh thổ rộng lớn (một nước, một miền...) dùng cho quy hoạch và bố trí xây dựng.

Bản đồ tỷ lệ vừa hay *bản đồ khái quát trung bình* với tỷ lệ từ 1/200.000 đến 1/100.000, dùng để thiết kế xây dựng các dạng công trình khác nhau như khu dân cư, khu liên hợp công nghiệp, tuyến đường sắt, tuyến kênh dẫn nước...

Bản đồ tỷ lệ lớn với tỷ lệ từ 1/50.000 đến 1/25.000, dùng để lập quy hoạch thành phố, các đầu mối giao thông, các công trình thủy...

Bản đồ chi tiết có tỷ lệ từ 1/10.000 đến 1/2.000 và lớn hơn, dùng để thiết kế nhiệm vụ và thiết kế kỹ thuật công trình như các đầu mối giao thông, đầu mối thủy năng...

Mỗi bản đồ gồm bản thân tờ bản đồ, dấu hiệu quy ước, các mặt cắt địa chất công trình và một bản thuyết minh. Phụ lục cho bản thuyết minh là tập hồ sơ các công trình thăm dò chính đã được chỉ rõ trên bản đồ. Nội dung thuyết minh không trùng lặp với bản đồ mà chủ yếu là bổ sung cho bản đồ và giải thích thêm những gì không phản ảnh được ở trên bản đồ.

Bản đồ địa chất công trình được thành lập trên cơ sở phân tích địa hình thì trên đó phải ghi rõ các đường đồng mức độ cao, mạng lưới thủy văn, các điểm dân cư chính, các đường giao thông và các đối tượng khác có ý nghĩa địa chất công trình.

5.2. Nguyên tắc chung khi lập bản đồ địa chất công trình

Hiện nay có hai khuynh hướng xác định nguyên tắc và phương pháp khác nhau để thành lập bản đồ địa chất công trình : nguyên tắc thành hệ, tức là phân chia ra thành hệ phức hệ địa chất - nguồn gốc của đất đá và nguyên tắc địa chất công trình thực thu, tức là phân chia ra các nhóm, phụ nhóm đất đá khác nhau cơ bản về các tính chất.

Những bản đồ mà cơ sở thành lập là nguyên tắc thành hệ do có nhiều hạn chế nên ít đáp ứng yêu cầu của thực tiễn. Đối với bản đồ địa chất công trình cơ bản, tỷ lệ khác nhau hợp lý nhất nên ứng dụng nguyên tắc địa chất công trình thực thụ. Khi ứng dụng nguyên tắc này đều có xét tới tình hình sau đây : việc nghiên cứu địa chất công trình của lãnh thổ về thực chất là nghiên cứu địa chất tiếp tục trên một quan điểm nhất định, bởi vì nghiên cứu chúng đã được tiến hành với một mức độ chi tiết nào đó. Vì vậy, bản đồ địa chất công trình phải đáp ứng các điều kiện chủ yếu dưới đây :

1. Cung cấp thông tin độc lập của mình và dễ đọc ; giải đáp được trực tiếp rõ ràng các vấn đề liên quan với việc đánh giá điều kiện địa chất công trình của lãnh thổ nghiên cứu, với mức độ chi tiết phù hợp với tỉ lệ bản đồ.

2. Không lặp lại bản đồ địa chất, địa mạo, địa chất thủy văn và những bản đồ khác. Chỉ sử dụng một số tài liệu được biểu thị trên các bản đồ này cho mục đích địa chất công trình.

3. Không dựa vào các phạm trù khoa học đang còn tranh cãi và không xác định.

4. Phát triển thêm những vấn đề trong phương pháp thành lập bản đồ địa chất công trình. Các vấn đề ấy đều dựa vào tài liệu nghiên cứu địa chất công trình về đất đá, địa hình, nước dưới đất, các quá trình và hiện tượng địa chất, các yếu tố tự nhiên khác và cho phép tìm ra giải pháp tối ưu về việc sử dụng hợp lý môi trường địa chất, bảo vệ nó trong khi quy hoạch khai thác lãnh thổ, thiết kế các công trình và công tác xây dựng.

5.3. Nội dung các loại bản đồ địa chất công trình

Bản đồ khái quát (1 : 500.000 và bé hơn) phải cung cấp khái niệm chung về điều kiện địa chất công trình của các khu vực địa chất, địa lý hoặc hành chính lớn và chứa đựng những dẫn liệu về quy luật cơ bản của sự hình thành và biến đổi điều kiện địa chất công trình đó.

Bản đồ tỷ lệ bé (1: 500.000 ÷ 1 : 100.000) phải biểu thị đầy đủ hơn điều kiện địa chất công trình của lãnh thổ nhất định và chứa đựng đủ tài liệu để giải quyết các nhiệm vụ thực

tiễn có liên quan tới việc quy hoạch bố trí các dạng xây dựng và sử dụng kinh tế lãnh thổ cũng như để quyết định việc khảo sát địa chất công trình chi tiết hơn. Trên bản đồ này cần làm nổi bật những đặc điểm nào của điều kiện địa chất công trình lãnh thổ là quan trọng và quyết định nhất trong việc đánh giá có tính chất khu vực điều kiện xây dựng và chọn nội dung, khối lượng và phương pháp khảo sát tiếp tục.

Bản đồ tỷ lệ trung bình (1: 200.000 ÷ 1 : 100.000) phải cung cấp những tài liệu đầy đủ nhất và khá chính xác về điều kiện địa chất công trình của lãnh thổ, phải chỉ ra sự khác nhau về nguyên tắc của các vùng đó về sự phân bố các quá trình và hiện tượng địa chất nguy hại đang tồn tại hoặc có khả năng phát sinh do khai thác lãnh thổ... Bản đồ như vậy là cần thiết ở các giai đoạn thiết kế đầu tiên của nhiều dạng xây dựng và sử dụng kinh tế của lãnh thổ, bởi vì nó có thể hướng dẫn người địa chất, người thiết kế trong việc chọn ra các vùng xây dựng đầu tiên để tiến hành đo vẽ địa chất công trình chi tiết hơn, tìm kiếm các diện tích xây dựng, tuyến đường, tuyến đập, phát hiện các khoảnh mà ở đấy cần phải tiến hành công tác thăm dò để luận chứng cho bản thiết kế các biện pháp bảo vệ... xác định thiệt hại do việc xây dựng hoặc khai thác lãnh thổ gây ra đối với nền kinh tế quốc dân.

Bản đồ tỷ lệ lớn (1: 50.000 - 1: 25.000) thì biểu thị đầy đủ và chính xác điều kiện địa chất công trình của các vùng nhất định, mà trong đó dự kiến một hoặc vài dạng xây dựng hay khai thác kinh tế của lãnh thổ. Nó được thành lập với một mức độ chi tiết cho phép giải quyết những nhiệm vụ thực tiễn của việc chọn vị trí xây dựng, tuyến đập, cầu, tuynen ở trong vùng xây dựng đợt đầu. Bản đồ có thể được dùng làm cơ sở cho việc quy hoạch vành đai ngoại ô của các thành phố lớn ; để quyết định việc thăm dò sơ bộ, quan trắc lâu dài ; để xác định nội dung, khối lượng và phương pháp khảo sát tiếp tục chi tiết hơn.

Bản đồ chi tiết (tỉ lệ 1 : 10.000 ; 1 : 5000 ; 1 : 2000 ; 1 : 1000 và 1 : 500) phải chứa đựng nhiều tài liệu chi tiết về điều kiện địa chất công trình của khoảnh hay diện tích được chọn để xây dựng, của khoảnh thi công giếng mỏ hay khai thác lộ thiên, phân bố karst, trượt... Bản đồ được sử dụng để quy hoạch chi tiết và thành lập bản thiết kế xây dựng thành phố, thị trấn cũng như chọn biện pháp bảo vệ và bố trí công trình xây dựng... quyết định kế hoạch thăm dò, thí nghiệm và tổ chức quan trắc lâu dài.

Việc chọn tỉ lệ bản đồ chi tiết phụ thuộc vào đối tượng thiết kế hay xây dựng, kích thước của diện tích mà đối tượng này choán, mức độ phức tạp của cấu trúc địa chất...

5.4. Phương pháp thành lập bản đồ địa chất công trình

Bản đồ địa chất công trình khái quát và tỉ lệ bé được thành lập bằng con đường tổng hợp các tài liệu hiện có trong phòng, đôi khi kèm theo khảo sát khái quát với khối lượng không lớn. Bản đồ tỉ lệ trung bình, tỉ lệ lớn và chi tiết chỉ được thành lập trong quá trình tiến hành công tác thực địa - đo vẽ địa chất công trình. Chỉ như thế bản đồ mới có thể đảm bảo mức độ chính xác và tin cậy theo đúng quy định của tỷ lệ đo vẽ.

Lập bản đồ địa chất công trình theo nguyên tắc địa chất công trình thực thụ, các điều kiện địa chất công trình được thể hiện trên bản đồ bằng màu, đường gạch, các ký hiệu đã được thừa nhận chung và nhiều chú giải khác.

1. Nên dùng màu biểu thị diện phân bố của nhóm, phụ nhóm đất đá theo phân loại địa chất công trình chẳng hạn:

a) Đá cứng chắc - bằng màu đỏ ;

b) Đá nửa cứng, tương đối chắc - màu xanh biển ;

c) Đất xốp rời - màu vàng ;

d) Đất mềm dính - màu nâu ;

đ) Đất đá có thành phần trạng thái và tính chất đặc biệt - màu xám.

Khi phân chia chi tiết hơn, ta dùng sắc của các màu nói trên. Như vậy, trên bản đồ thông tin chủ yếu về quy luật phân bố đất đá có tính chất khác nhau được biểu thị dưới dạng nổi bật nhất.

2. Nên dùng đường gạch biểu thị sự phân bố các loại thạch học của đất đá trong giới hạn của từng nhóm được phân chia. Bằng cách này thông tin về đất đá của môi trường địa chất được mở rộng thêm và tạo ra được một mức độ cụ thể vật chất nhất định, ví dụ khoảnh phân bố đất rời xốp cấu tạo từ cát hạt trung bình với độ chặt kết cấu nhất định.

Diện phân bố các nhóm đất đá (hoặc là tổ hợp của chúng trong một số trường hợp) và diện phân bố các loại thạch học của đất đá trong phạm vi đó sẽ được khoanh vùng bằng đường đen. Ở bất kỳ trường hợp nào cũng nên biểu thị đất đá xuất lộ trực tiếp ở trên mặt đất hoặc nằm dưới tầng đất trồng. Đất đá của lớp thứ hai hoặc lớp thứ ba khác nhau rất cơ bản về các đặc điểm thạch học hoặc thuộc vào nhóm khác, được thể hiện trong mặt cắt và cột địa tầng.

3. Bằng những kí hiệu đã được thừa nhận chung, người ta biểu thị nguồn gốc, tuổi của đất đá.

4. Mức độ chứa nước của nhóm hoặc loại đất đá cần đo vẽ cũng được biểu thị bằng dấu hiệu quy ước. Trên các khoảnh đặc trưng, người ta biểu thị độ sâu thế nằm của nước dưới đất so với mặt đất, áp lực của nó, độ phong phú nước của đất đá và mức độ ăn mòn của nước...

5. Các dấu hiệu quy ước màu đen trong tỉ lệ và ngoài tỉ lệ được dùng biểu thị sự phân bố các quá trình và hiện tượng địa chất có ý nghĩa địa chất công trình. Ở trên bản đồ khái quát, tỉ lệ bé và tỉ lệ trung bình các quá trình và hiện tượng địa chất được biểu thị bằng dấu hiệu ngoài tỉ lệ. Nếu các hiện tượng, quá trình đó phân bố gần nhau quá thì khoanh diện phân bố lại. Trên bản đồ tỉ lệ lớn và chi tiết, các khoảnh phân bố lớn của hiện tượng địa chất (trượt, sụt lở, phễu,..) được biểu thị trong tỉ lệ và được đưa lên trên bản đồ bằng dụng cụ với độ chính xác của công tác trắc địa - địa hình. Những khoảnh nhỏ phân bố gần nhau được biểu thị dưới dạng diện phân bố, còn nếu nó ở xa nhau biểu thị bằng dấu hiệu ngoài tỉ lệ.

6. Những tài liệu khác - ranh giới giữa các nhóm và loại đất đá, đường đứt gãy và phá hủy kiến tạo, đới địa chấn cao... cũng được biểu thị bằng dấu hiệu quy ước nhất định.

Phụ lục cho bản đồ là các biểu bảng, đồ thị tổng hợp, mặt cắt và cột địa tầng bao hàm nội dung, kết quả xác định tính chất địa chất công trình của đất đá.

Mặt cắt địa chất là hình chiếu tượng trưng của cấu trúc địa chất lên mặt phẳng thẳng đứng, nó làm rõ cấu tạo địa chất khu vực theo độ sâu. Mặt cắt thể hiện các điều kiện địa chất công trình gọi là *mặt cắt địa chất công trình*. Đối với công trình thường lập mặt cát

dọc theo trục công trình (trục đập, trục đường hầm, cầu, đường, kênh dẫn...) và một số mặt cắt ngang vuông góc với trục công trình. Mặt cắt có thể thẳng hay gẫy khúc.

Tỉ lệ ngang và tỉ lệ đứng của mặt cắt được chọn tùy theo biên độ phân cắt địa hình, xuất phát từ yêu cầu phản ánh chính xác cấu trúc địa chất.

Trên cột địa tầng tổng hợp với đặc tính địa chất công trình của đất đá phải chỉ rõ :

- Sự phân chia địa tầng đất đá trước Đệ Tứ (đến bậc - hay điệp) và đất đá Đệ Tứ (đến thống), nêu tên gọi và kí hiệu của chúng (tuổi và nguồn gốc).

- Thành phần thạch học của các phức hệ đất đá, sự sắp xếp chúng vào các thành hệ, tầng kiến trúc và nhóm địa chất công trình tương ứng.

- Chiều dày đất đá trong phạm vi mỗi phức hệ (chiều dày lớn nhất hoặc phổ biến nhất).

- Mô tả thành phần đất đá của mỗi tầng phân chia.

Phương pháp thành lập bản đồ, mặt cắt địa chất, địa chất công trình, cột địa tầng được trình bày chi tiết trong chương IV của cuốn giáo trình Thực tập và bài tập địa chất công trình (*)

5.5. Các ký hiệu và bản đồ địa chất

Bảng IX-4. Kí hiệu tuổi của đất đá

Kỉ	Kí hiệu	Màu
Tiền Cambri	PR	Hồng
Cambri	Cm	Hồng - tím
Odovic	O	Nâu - xanh lá cây
Silua	S	Xanh lá cây tối
Devon	D	Nâu
Cacbon	C	Xám
Pecmi		Đỏ - nâu
Triat	T	Tím nhạt
Jura	J	Xanh
Kreta	K	Xanh lá cây
Paleogen		Da cam
Neogen	N	Vàng
Đệ tứ	Q	Xám tro

Đối với bản đồ trầm tích. Đệ Tứ, các trầm tích có nguồn gốc khác nhau được thể hiện bằng kí hiệu và màu như bảng IV-2.

Bảng IX-5. Kí hiệu nguồn gốc của trầm tích Đệ Tứ

Nguồn gốc trầm tích	Kí hiệu	Màu
Trầm tích hồ	lQ	Xanh ngọc bích
Trầm tích sông (bồi tích)	aQ	Xanh sáng
Trầm tích gió	eoQ	Vàng
Sườn tích	dQ	Da cam
Tàn tích	eQ	Phớt tím

* *Nguyễn Uyên, Nguyễn Văn Phương, Trần Tỉnh, Trần Thanh Giám - Thực tập và bài tập địa chất công trình - Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp Hà Nội, 1983. Tái bản năm 1994 và 1996.*

1. Đất đá trầm tích

Lớp thổ nhưỡng
Than bùn
Sét
Bùn
Bụi
Sét pha dạng hoàng thổ
Sét pha
Cát pha
Cát 1. Hạt nhỏ 2. Hạt vừa 3. Hạt lớn
Sỏi
Cuội
Dăm
Đá lăn
Sét kết
Bột kết
Sét pha băng tích
Đá phiến sét
Cát kết
Cuội kết
Dăm kết
Đá vôi
Đá phấn
Đôlômit
Macnơ (sét vôi)
Trepen Điatômit
Đan bạch
Túp vôi
Túp silic
Thạch cao (gip)
Thạch cao khan (anhydrit)
Muối mỏ
Than đá

2. Đá macma

Đá axit Granit
Đá trung tính: sienit, điôrit thạch anh
Đá bazơ: điôrit, gabrô
Đá siêu bazơ: đunit, piroxenit piriđotit
Phún trào axit: pocfia thạch anh, liparit
Phun trào trung tính: pocfirit trachit
Phun trào bazơ pocfirit anđezit, điaba
Phun trào siêu bazơ
Phun trào thủy tinh: opxiđian đá trân châu (peclit)
Đá bọt
Tup núi lửa
Xỉ đá núi lửa

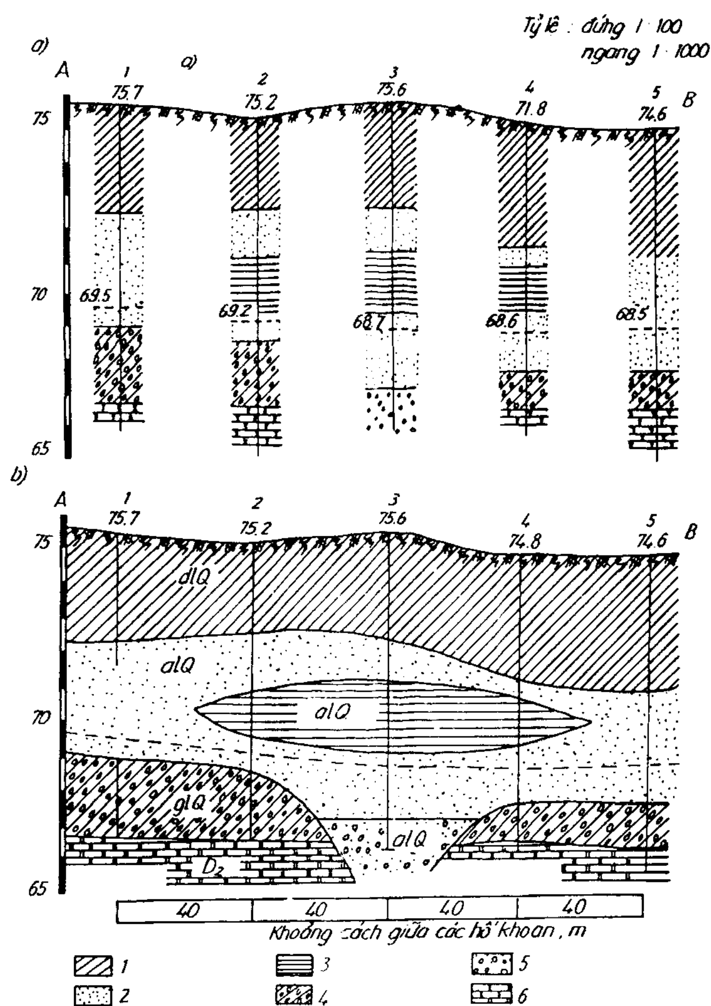
3. Đá biến chất

Đá gơnai và dạng gơnai
Philit, đá phiến clorit
Đá phiến thạch anh, biotit thạch anh, hecblen,...
Amfibolit
Secpentinit
Đá hoa
Đá sừng, đá phiến silic ngọc bích
Quăczit

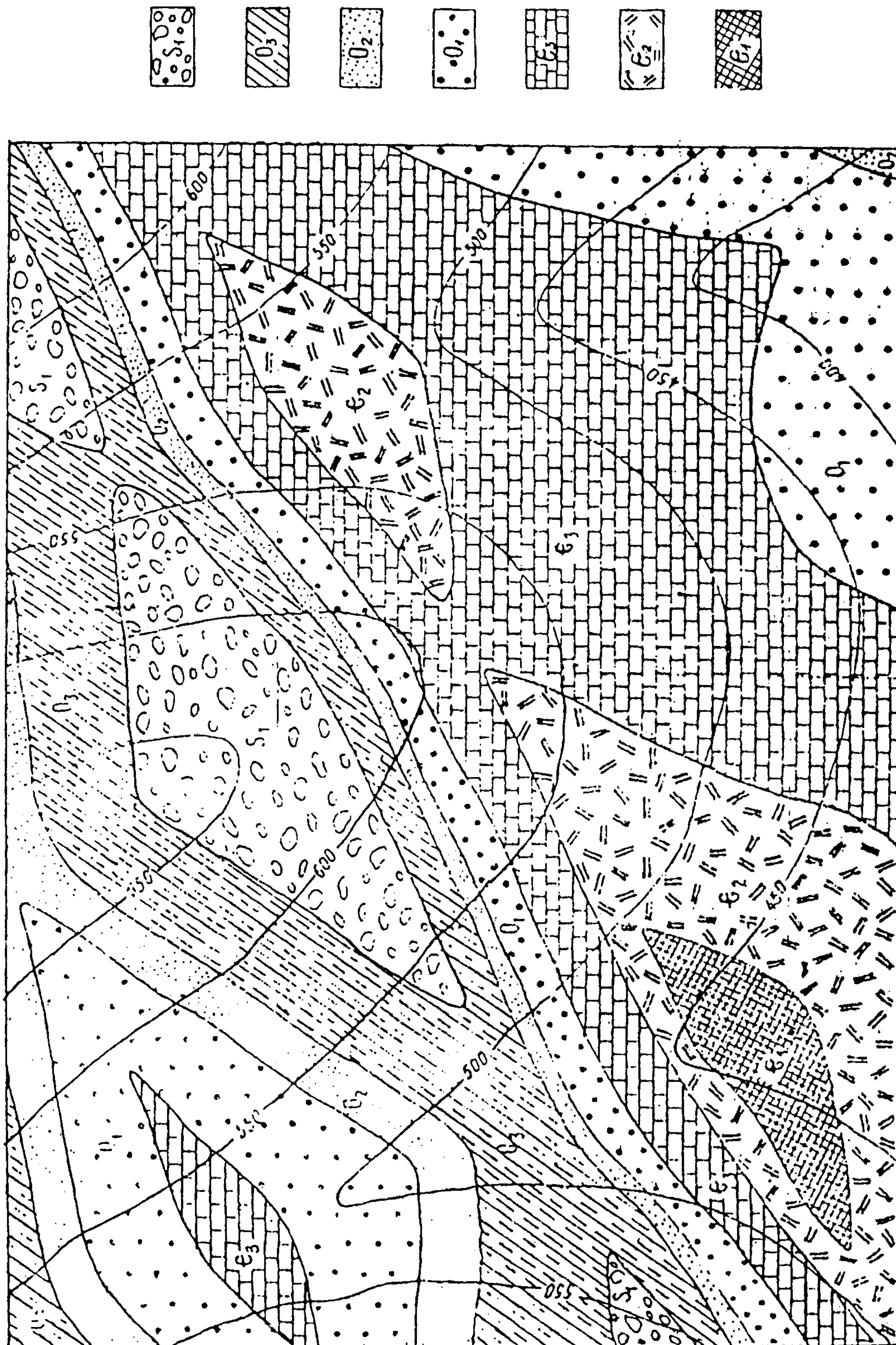
Hình IX-15. *Ký hiệu thành phần đất đá*

Mương xói	Xói ngầm
Thổi mòn	Dòng bùn
Sự di chuyển cát	Lún ướt
Thành tạo ta cưa	Dòng đá
Sự nhiễm mặn	Lầy hóa
Trượt đang hoạt động	Bùng nở
Karst kín	Doi cát

Hình IX-16. *Ký hiệu các hiện tượng địa chất tự nhiên hiện đại*



Hình IX-17. *Lập mặt cắt địa chất theo tuyến AB:*
a) Giai đoạn một; b) Giai đoạn hai; 1. Sét pha bột; 2. Cát; 3. Sét; 4. Sét chứa cuội; 5. Cuội; 6. Dolomit.



Hình IX-18. *Tầng đá uốn nếp trong địa hình phân cắt mạnh*

1. Cuội kết; 2. Cát kết, bột kết có thấu kính vôi; 3. Cát kết và bột kết; 4. Sỏi kết và cát kết; 5. Đá vôi; 6. Đaxit; 7. Đá phiến silit.

Hình IX-19. Cột địa tầng tổng hợp đới Mường Tè
Tỷ lệ 1 : 60.000

1. Cát kết, tufit màu đỏ, phun trào axit;

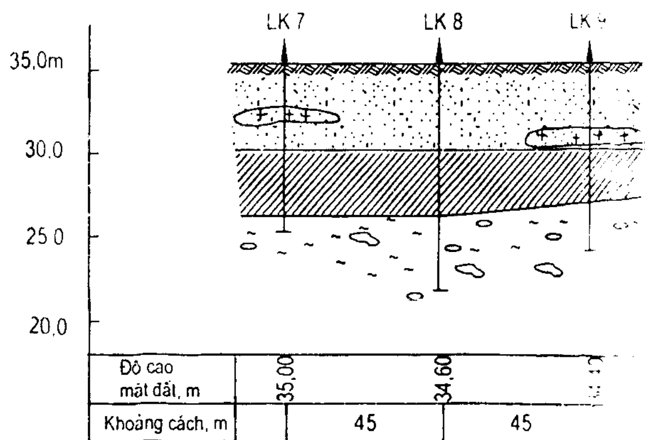
2. Đá phiến bảng dạng dải và bột kết màu đen xen những lớp kẹp cát kết thường chứa pirit, dạng tấm. Thỉnh thoảng có những lớp kẹp riolit và pocfirit thưa thớt;

3. Theo Fromaget (1952), dăm kết vôi Nậm Han chứa trùng thoi;

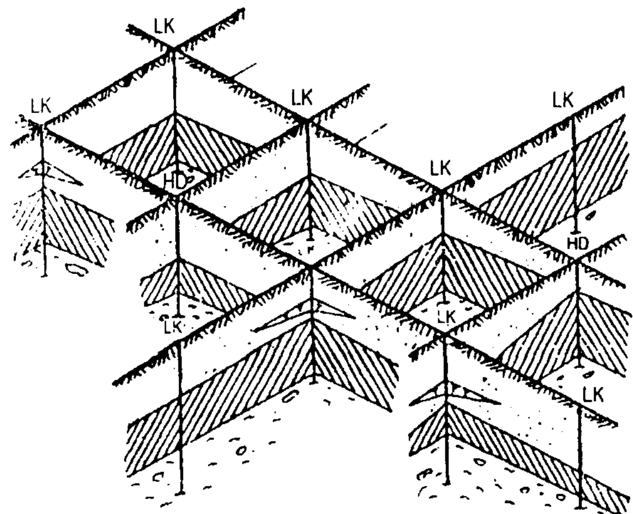
4. Đá vôi đá hoa hoá, phân lớp màu xám sẫm và màu đen chứa Crassialveolites sp;

5. Đá phiến sét xám đen, xen những lớp kẹp cát kết dạng quaczit màu vàng xám.

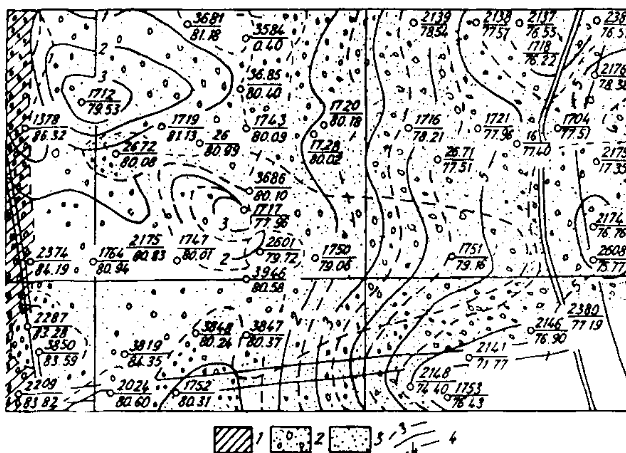
Tuổi	Hệ tầng	Cột địa tầng	Chiều dày m	Đặc điểm thạch học hóa thạch
J			~200	1
$T_2 - T_3k$	Lai Châu (lc)		500	2
C-P			?	3
$D_2e - gv$			600	4
D_2e			800	5



Hình IX-20. *Cách trình bày lát cắt địa chất theo tuyến các công trình thăm dò*



Hình IX-21. *Hình chiếu trục đo của khu xây dựng*



Hình IX-22. *Bản đồ địa chất công trình của khu xây dựng*

1. Trầm tích sét-cát lẫn dăm; 2. Cát lẫn sỏi, cuội; 3. Cuội nhỏ lẫn sỏi, cát; 4. Các đường cùng độ dày của các trầm tích bở rời Kỷ Đệ tứ, m

CHƯƠNG X

NGHIÊN CỨU ĐỊA CHẤT ĐỂ XÂY DỰNG CÁC DẠNG CÔNG TRÌNH KHÁC NHAU

Ở thời đại ngày nay, các công trình xây dựng có muôn hình muôn vẻ với các đặc tính kết cấu, đặc tính tải trọng, đặc tính sử dụng cũng như yêu cầu xây dựng khác hẳn nhau...

Để tiện lợi cho việc khảo sát, thiết kế thi công và khai thác sử dụng, người ta thường phân loại các công trình xây dựng như sau:

Loại các công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp như nhà ở, nhà kho, xưởng máy...

Loại các công trình thuỷ như đập chắn, cống, âu thuyền, tràn xả lũ...

Loại các công trình giao thông như đường sắt, đường bộ, cầu vượt sông và ga xe.

Loại các công trình ngầm như hầm mỏ, công trình xe điện ngầm...

Loại các công trình giao thông thuỷ như cảng, kênh đào...

Phương pháp, nội dung và khối lượng nghiên cứu địa chất để xây dựng không chỉ phụ thuộc vào mức độ phức tạp của các điều kiện địa chất (*bảng X-1*) mà còn phụ thuộc vào dạng công trình xây dựng và giai đoạn thiết kế của công trình.

Dưới đây chúng ta lần lượt nêu lên phương pháp, nội dung và khối lượng nghiên cứu địa chất để xây dựng một số dạng công trình.

Bảng X-1. Bảng phân cấp mức độ phức tạp về điều kiện địa chất của vùng xây dựng

Cấp phức tạp / Điều kiện địa chất	I (đơn giản)	II (trung bình)	III (phức tạp)
Điều kiện cấu trúc địa chất	Các tầng đá nằm ngang hoặc hơi nghiêng. Địa tầng đã được nghiên cứu kĩ. Đất đá đồng nhất. Tầng hệ rõ ràng	Phá huỷ uốn nếp và đứt gãy. Địa tầng phúc tạp hoặc nghiên cứu còn ít. Thành phần đất đá thường thay đổi lớn theo không gian	Uốn nếp phức tạp và phá huỷ đứt gãy. Địa tầng phức tạp và chưa được phân chia. Thành phần thạch học và tướng đá thay đổi mạnh theo không gian.
Điều kiện địa mạo	Hình thái xâm thực bóc mòn, xâm thực tích tụ, đơn giản dễ phân biệt	Hình thái xâm thực tích tụ với nhiều thềm bậc không rõ rệt	Có các hình thái phúc tạp; sông cổ, sông băng, karst, bình nguyên nghiêng trước núi.

Bảng X-1. (tiếp theo)

Cấp phức tạp / Điều kiện địa chất	I (đơn giản)	II (trung bình)	III (phức tạp)
Điều kiện địa chất thuỷ văn	Các tầng chứa nước dạng vỉa, ổn định theo đường phương và theo chiều dày; tầng chứa nước đồng nhất về cấu tạo và thành phần.	Có các tầng chứa nước dạng vỉa không ổn định theo đường phương và theo chiều dày. Thành phần không đồng nhất.	Có các kiểu nước dưới đất khác nhau với mức quan hệ lẫn nhau phức tạp (nước karst, nước mạch, ...).
Điều kiện hoạt động địa chất hiện đại	Không có các hiện tượng địa chất lớn có ảnh hưởng xấu đến điều kiện địa chất của khu vực	Các hiện tượng địa chất: đất chảy, xói mòn... thể hiện rõ ràng trên các khoảnh giới hạn	Các hiện tượng địa chất karst, trượt... phát triển rộng rãi.

§1. NGHIÊN CỨU ĐỊA CHẤT ĐỂ XÂY DỰNG CÁC DẠNG CÔNG TRÌNH DÂN DỤNG VÀ CÔNG NGHIỆP

Do đặc tính kinh tế kĩ thuật các công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp thường được thiết kế theo hai giai đoạn là giai đoạn quy hoạch vùng xây dựng và giai đoạn thiết kế kĩ thuật lập bản vẽ thi công.

1.1. Nghiên cứu địa chất để quy hoạch vùng xây dựng

Một vùng được gọi là có điều kiện địa chất tốt để xây dựng công nghiệp và dân dụng khi:

Địa mạo bình ổn, độ nghiêng bề mặt đủ đảm bảo thoát nước tốt nhưng không gây ảnh hưởng xấu tới xây dựng, tới hoạt động công nghiệp và dân sinh.

Đất đá cứng chắc và ổn định, đồng nhất về thành phần và tính chất chịu lực.

Nước dưới đất nằm sâu hơn độ sâu đặt móng, không gây lầy lội khi mưa, không có các hiện tượng địa chất hiện đại không có lợi, hay có nhưng hoạt động yếu ớt, cách phòng chống dễ dàng.

Để chọn lựa được vùng xây dựng có điều kiện địa chất tốt nhất trong nghiên cứu địa chất cần phải làm các công việc sau: đo vẽ địa chất công trình với tỉ lệ 1/25.000 ở tất cả các vùng dự kiến, thăm dò địa vật lý và khoan đào qua các tuyến cắt qua khu vực, thí nghiệm địa chất công trình và địa chất thuỷ văn ở ngoài trời và trong phòng kết hợp với quan trắc ài ngày...

Mức độ nghiên cứu và khối lượng nghiên cứu tuỳ thuộc mức độ phức tạp của các điều kiện địa chất trong vùng (*bảng X-1*) và yêu cầu đo vẽ (tỷ lệ đo vẽ). Mật độ điểm quan trắc trong phạm vi gần đúng có thể tham khảo ở *bảng X-2*.

Bảng X-2. Số điểm quan trắc trên một kilômét vuông diện tích

Cấp phức tạp về điều kiện địa chất	Tỉ lệ đo vẽ		
	1/25.000	1/10.000	1/5.000
I	2	14	47
II	3	17	60
III	4	22	74

Tuỳ theo mức độ phức tạp của điều kiện địa chất và mức độ bộc lộ của các điều kiện địa chất, khối lượng khoan đào có tỉ lệ thay đổi từ 5% đến 50 ÷ 60% của tổng số điểm quan trắc phải có.

Khi nước dưới đất nằm cao hơn đáy móng thì nhất thiết phải quan trắc động thái nước dưới đất với số điểm từ 20 ÷ 60% số điểm đã quan trắc chung.

Công tác khoan đào và thăm dò địa vật lý nhằm xác định thành phần, thế nằm và chiều dày các lớp đất đá, chiều sâu của mực nước dưới đất...

Lấy mẫu đất đá và nước dưới đất để nghiên cứu trong phòng; ngoài ra có thể thí nghiệm địa chất công trình và địa chất thuỷ văn ở ngoài trời, quan trắc lâu dài địa chất thuỷ văn khi cần thiết.

Số lượng, độ sâu và vị trí các công trình thăm dò phải dựa vào mục đích công trình, mức độ nghiên cứu, mức độ phức tạp của các điều kiện địa chất, sự kế thừa các tài liệu đã có, các công trình thăm dò dự kiến ở giai đoạn sau. Thông thường thì các hố khoan và hố đào đặt cách nhau từ 100 ÷ 300 mét và sâu từ 10 ÷ 30 mét hoặc hơn nữa. Số lượng mẫu lấy được phải đủ để đảm bảo thí nghiệm được tất cả các loại đất đá có trong vùng dự kiến trên các khoảnh đặc trưng. Các phương pháp địa vật lí (điện, địa chấn...) rất thích hợp ở vùng rộng để xác định các tầng hệ trầm tích, chiều sâu mực nước dưới đất...

Các thí nghiệm ngoài trời tiến hành nhằm xác định: tính nén lún của đất đá ở đới hoạt động của nền (thí nghiệm bàn nén), độ chặt và tính không đồng nhất của đất đá (thí nghiệm xuyên động, xuyên tĩnh), cường độ chống cắt (thí nghiệm cắt quay). Số lượng thí nghiệm nén, xuyên tuỳ thuộc mức độ phức tạp và diện tích khảo sát... có thể tham khảo *bảng X-3*.

Bảng X-3. Bảng ước lượng khối lượng thí nghiệm bàn nén và chuỳ xuyên

Diện tích khảo sát (ha)	Số lượng thí nghiệm cần thiết phải có đối với các cấp phức tạp về điều kiện địa chất					
	I		II		III	
	Bàn nén	Chuỳ xuyên	Bàn nén	Chuỳ xuyên	Bàn nén	Chuỳ xuyên
10 ÷ 30	2	8	3	12	4	16
50 ÷ 150	3	12	4	16	6	24
200 ÷ 300	5	20	6	24	8	32
500	8	32	12	48	14	56

Thí nghiệm địa chất thuỷ văn chủ yếu là xác định hệ số thấm bằng hút nước hay đổ nước thí nghiệm, xác định mực nước, hướng và vận tốc thấm cũng như các đặc tính ăn mòn của nước, sự dao động mực nước theo mùa, theo ngày và thường phải quan trắc đủ 1 năm thuỷ văn.

Các thí nghiệm trong phòng nhằm xác định thành phần, trạng thái và tính chất xây dựng của đất đá, thành phần hoá học của nước dưới đất.

Các trị số chỉ tiêu tính toán được tiến hành trên cơ sở thống kê và chỉnh lý từng chỉ tiêu riêng biệt. Vì vậy số lượng thí nghiệm cho mỗi loại chỉ tiêu không được nhỏ hơn 10 (khoảng 15 ÷ 20).

1.2. Những nghiên cứu bổ sung trên diện tích đã chọn

Những nghiên cứu bổ sung áp dụng trong trường hợp vùng xây dựng lựa chọn có những điều kiện địa chất phức tạp:

Nghiên cứu bổ sung cho vùng có đất lún ướt

Theo quy trình kĩ thuật, đất gọi là lún ướt là các loại đất sét có độ ẩm bé ($G \le 0{,}6$) và thoả mãn điều kiện:

$$\delta_{td} \ge 0.01 \qquad \text{(X-1)}$$

Trong đó: δ_{td} - độ lún ướt tương đối của đất

Theo quy phạm xây dựng δ_{td} được tính theo công thức:

$$\delta_{td} = \frac{h - h'}{h_o} \qquad \text{(X-2)}$$

Trong đó: h - chiều cao cột đất có độ ẩm tự nhiên dưới áp lực σ_i bằng tải trọng thực tế của công trình xây dựng sau này; h' - chiều cao mẫu đất sau khi bị ướt dưới tải trọng σ_i giữ nguyên; h_o - chiều cao ban đầu của mẫu đất dưới tải trọng và độ ẩm tự nhiên.

Dựa vào độ lún ướt tương đối δ_{td} có thể xác định được độ lún ướt giả định của nền công trình:

$$S = \sum_{1}^{n} \delta_{tdi} H_i m \qquad \text{(X-3)}$$

Trong đó: H_i - chiều dày lớp đất tương ứng; m - hệ số điều kiện làm việc của nền (với lớp đất sát móng có chiều dày bằng 1,5 bề rộng móng thì m = 2).

Trong thực tế thường dùng δ_{td} để xác định ranh giới các tầng có độ lún ướt khác nhau. Trong mỗi tầng đất lún ướt cần nêu rõ đặc tính lún ướt, điều kiện xuất hiện và độ lún tối đa, ảnh hưởng của sự dao động mực nước ngầm và kiến nghị về các biện pháp khắc phục lún ướt của đất.

Nghiên cứu bổ sung ở vùng có động đất mạnh

Ở vùng có động đất mạnh hơn cấp IV thì phải nghiên cứu để khoanh rõ vùng có đặc tính không lợi khi động đất, làm chính xác thêm bản đồ địa chất công trình và lập bản đồ địa chấn với tỉ lệ từ 1/25.000 đến 1/5.000, có đầy đủ các ghi chú về địa chấn ở các khu vực khác nhau.

Nghiên cứu bổ sung ở vùng đá bị karst hoá

Ở các vùng đá karst phát triển thì việc nghiên cứu bổ sung nhằm tìm ra những khu vực karst phát triển ít nhất, xác định những khó khăn và thuận lợi của vị trí xây dựng, xác định điều kiện phát sinh, phát triển karst, hình thái karst, các nhân tố ảnh hưởng. Đề xuất các biện pháp xử lí và các phương án thăm dò khảo sát ở bước sau. Thông thường ở vùng đá phát triển karst thì phương pháp thăm dò kinh tế hơn cả là phương pháp đo địa vật lý như phương pháp điện mặt cắt, điện hoá hay phóng xạ.

Nghiên cứu bổ sung ở vùng đất đá phát triển trượt

Khảo sát, thăm dò ở đây phải làm rõ nguyên nhân trượt cho từng khu vực, đánh giá vai trò của nước dưới đất, thành phần và tính chất đất đá. Phương pháp tốt nhất là thông qua các công trình đã thiết kế, tiến hành thăm dò theo các tuyến vuông góc và cắt qua khối trượt nguy hiểm. Kết hợp giữa đo vẽ địa chất công trình với quan trắc dài ngày các khối trượt mà đánh giá khả năng ổn định cho từng khu vực.

1.3. Nghiên cứu địa chất để thiết kế kỹ thuật và lập bản vẽ thi công

Nghiên cứu địa chất giai đoạn này được tiến hành nhằm xác định chính xác và chi tiết những số liệu đã thu được trong giai đoạn thiết kế nhiệm vụ và quy hoạch vùng, vạch rõ phạm vi đặt móng và kế hoạch thi công. Các công tác chủ yếu trong giai đoạn này là thăm dò, phải thừa kế các công trình thăm dò ở giai đoạn trước. Khoảng cách giữa các hố đào, hố khoan thay đổi từ 20*m* đến 100*m* tuỳ mức độ phức tạp về điều kiện địa chất và công trình. Chiều sâu thăm dò thay đổi từ 5*m* đến 30*m* tuỳ thuộc tải trọng và loại công trình. Các mẫu thu được dùng để xác định thành phần, trạng thái, tính chất cơ học của đất đá ở trong phòng thí nghiệm...

Khối lượng thăm dò có thể tham khảo ở *bảng X-4*.

Công tác thí nghiệm địa chất ở ngoài trời được tiến hành nhằm chính xác hoá các chỉ tiêu cường độ và biến dạng của đất đá trong phạm vi công trình thiết kế hay trên khu vực xây dựng riêng biệt có thừa kế kết quả của giai đoạn trước.

Công tác thí nghiệm địa chất thuỷ văn ở ngoài trời nhằm thu thập các số liệu cuối cùng để tính toán công trình thoát nước, biện pháp tháo khô và lượng nước phải tháo khô ở hố đào khi xây dựng. Dự đoán các thay đổi về địa chất thuỷ văn khi sử dụng công trình, kiến nghị về các biện pháp kĩ thuật để bảo vệ móng và công trình.

Bảng X-4. Khối lượng công trình thăm dò cho xây dựng nhà ở

Giai đoạn thiết kế	Khối lượng thăm dò (khoan đào)			
	Cỡ công trình	Số lượng công trình trên 1ha	Chiều sâu, *m*	
			Hố khoan	Hố đào
	Khu nhà ở (cỡ dưới 5.000 dân)			
Thiết kế xây dựng các ô phố riêng biệt	Một tầng	1,5	6	4
	Tầng nhỏ	2,5	8	4
	Nhiều tầng	3,0	10 ÷ 50	6
	Tập thể	3,5	10 ÷ 50	6
	Khu nhà ở lớn và thành phố (5.000 ÷ 20.000 dân)			
Thiết kế khu xây dựng ô phố	Một tầng	1,5	6	4
	Tầng nhỏ	2,5	8	4
	Nhiều tầng	4,0	15 ÷ 100	6
	Tập thể	4,0	15 ÷ 100	6
Thiết kế xây dựng các ô phố loại đặc biệt	Một tầng	1,5	10 ÷ 100	4

§2. NGHIÊN CỨU ĐỊA CHẤT ĐỂ XÂY DỰNG CÁC CÔNG TRÌNH THUỶ LỢI

Các công trình thuỷ lợi rất đa dạng và phức tạp. Theo ý nghĩa kinh tế quốc dân có thể chia ra: công trình thuỷ điện, công trình vận tải thuỷ, công trình tưới tiêu cải tạo đất, công trình cấp - thoát nước... Trong đó quan trọng hơn cả là các đầu mối thuỷ năng và thường phân biệt ra: đầu mối sông áp lực thấp, đầu mối gần đập, đầu mối tháo và chia nước hở, đầu mối chia nước áp lực...

Đập là công trình quan trọng của bất cứ hệ thống thuỷ năng nào. Đập được chia ra các loại:

- Theo điều kiện tải trọng: đập trọng lực, đập vòm, đập tựa...
- Theo vật liệu đắp đập: đập đất, đập đá đổ, đập bê tông...
- Theo chiều cao đập: thấp (< 25*m*), trung bình (25 ÷ 75*m*) và cao (> 75*m*).

Tuỳ thuộc vào điều kiện sử dụng còn chia ra công trình cố định và công trình tạm. Trong quy phạm, dựa theo giá trị kinh tế, kĩ thuật còn chia ra các cấp công trình:

- Cấp I là các loại nhà máy thuỷ điện có công suất trên 1 triệu *kW* và tương đương.

- Cấp II là các nhà máy thuỷ điện có công suất từ 300.000 đến 1 triệu *kW*, các cảng lớn, âu tầu lớn, kênh đào lớn và các công trình tương đương.

- Cấp III là các nhà máy thuỷ điện có công suất từ 50.000 đến 300.000 *kW*, các cảng trung bình và các công trình tương đương.

- Cấp IV là các công trình nhỏ hơn.

- Những công trình tạm thời thuộc cấp V.

Việc thiết kế các công trình thuỷ lợi được chia ra 3 giai đoạn:

- Giai đoạn lập sơ đồ tổng hợp sử dụng dòng sông hay dự án đầu tư.
- Giai đoạn lập thiết kế nhiệm vụ hay luận chứng kinh tế kĩ thuật công trình.
- Giai đoạn thiết kế kĩ thuật và lập bản vẽ thi công.

2.1. Nghiên cứu địa chất để lập sơ đồ tổng hợp sử dụng dòng sông

Nghiên cứu địa chất ở giai đoạn lập sơ đồ quy hoạch tổng hợp lợi dụng dòng sông, lựa chọn vị trí thuỷ năng... thông thường được tiến hành theo hai bước.

Bước thứ nhất làm công tác chuẩn bị, gồm thu thập và hệ thống hoá các tài liệu đã có, sau đó kĩ sư thuỷ lợi cùng với kĩ sư địa chất vạch phương án nghiên cứu khu vực đã dự kiến.

Bước thứ hai: trước hết tiến hành nghiên cứu khái quát toàn bộ lũng sông bao gồm đo vẽ bản đồ địa chất công trình tỉ lệ từ 1/50.000 đến 1/20.000. Khoan đào theo tuyến vuông góc với lũng sông và quan trắc có hệ thống mực nước dưới đất trên toàn bộ lũng sông hay trên từng đoạn sông. Phân chia và lựa chọn các vị trí có thể bố trí hệ thống thuỷ năng theo số thứ tự ưu tiên từ 1 đến n. Trên các khu vực đã phân chia tiến hành các công tác sau đây:

Đo vẽ địa chất công trình theo tỉ lệ từ 1/5.000 đến 1/200.000, tuỳ cấp phức tạp và đặc tính của hệ thống thuỷ năng.

Thăm dò địa vật lí để vạch các ranh giới địa chất chủ yếu, chính xác hoá và bổ sung thêm cho bản đồ và cho phép đặt phương hướng công tác khoan đào một cách đúng đắn.

Khoan đào ở những đoạn có dự kiến đặt hệ thống thuỷ năng đợt đầu trên cơ sở thừa kế tài liệu đo vẽ địa chất công trình, thăm dò địa vật lí.

Ở những vị trí có công trình thuỷ năng chịu áp lực lớn thì các công trình khoan đào bố trí theo tuyến ngang đi qua tất cả các yếu tố địa hình đã được phân chia. Khoảng cách giữa các hố trong 1 tuyến từ 200 đến 500m. Các hố ở hai đầu tuyến phải vượt ra ngoài giới hạn mực nước thiết kế. Chiều sâu thăm dò phụ thuộc vào yêu cầu nghiên cứu địa hình cổ của lũng sông cũng như cấu trúc địa chất của vùng. Ở hệ thống thuỷ năng áp lực cao trên các vùng đá cứng chắc thuộc cấp phức tạp III thì phải đào hầm thăm dò trong phạm vi tiếp giáp, ven bờ.

Ở các khoảnh công trình tháo nước bố trí các công trình thăm dò đơn lẻ theo đường dẫn nước. Ở các trạm thuỷ năng áp lực cao và trong hệ thống khai thác đợt hai phải có nhiều công trình thăm dò chuẩn riêng biệt.

Tiến hành nghiên cứu địa chất thuỷ văn trên tất cả các khu vực của các hệ thống thuỷ năng, trong đó ở hệ thống thuỷ năng đợt một phải thí nghiệm thấm và quan trắc dài ngày.

Tiến hành tìm kiếm và thăm dò vật liệu xây dựng tự nhiên để đánh giá chất lượng và phân cấp trữ lượng. Khoảng cách giữa các hố khoan, hố đào từ 500 đến 600m và phải thăm dò bổ sung thêm ở vị trí dự định khai thác đợt đầu.

2.2. Nghiên cứu địa chất để lập thiết kế nhiệm vụ công trình (luận chứng kinh tế - kĩ thuật)

Nghiên cứu địa chất ở giai đoạn này được tiến hành ở những vùng đã được lựa chọn trên sơ đồ tổng hợp lợi dụng dòng sông, nhằm:

Lựa chọn một trong các phương án đã nêu ra.

Làm cơ sở thiết kế công trình theo phương án đã chọn.

Ở thời kì đầu chủ yếu nghiên cứu với khối lượng công tác khoan đào, thí nghiệm không lớn, nhưng bao trùm một diện tích lớn. Còn ở thời kì sau thì khối lượng khoan đào và thí nghiệm tăng lên.

Nghiên cứu địa chất trên khu vực đặt các công trình chủ chốt (đập, nhà máy thuỷ điện, âu tầu...) bao gồm:

Đo vẽ địa chất công trình theo tỉ lệ từ 1/2.000 đến 1/25.000. Phạm vi đo vẽ được quyết định bởi yêu cầu làm sáng tỏ điều kiện địa chất, có chiếu cố đến các phương án mực nước dâng...

Khoan đào bổ sung trên tất cả các khu vực nhằm làm sáng tỏ các đặc tính cấu trúc, địa mạo, địa chất thuỷ văn của toàn bộ lũng sông, đặc điểm của các kiểu địa tầng, chiều dày và tốc độ phong hoá... Các công trình thăm dò phải bố trí trên tất cả các yếu tố địa hình và cấu trúc địa chất. Khoảng cách trung bình giữa các công trình thăm dò thay đổi từ 100 đến 300m. Khi cần thiết có thể đào các giếng, hầm thăm dò.

Ở thời kì cuối, trên tuyến đã chọn, các công trình thăm dò bố trí theo trục công trình và theo các tuyến phụ song song. Số tuyến thăm dò và khoảng cách giữa chúng cũng như giữa các công trình thăm dò phụ thuộc vào cấp của công trình và mức độ phức tạp về địa chất. Bắt buộc phải thăm dò theo trục công trình và theo hai tuyến ngoài công trình, cách tuyến chính khoảng 100 đến 250m. Chiều sâu thăm dò phụ thuộc chiều sâu lan truyền của tải trọng công trình (đới hoạt động của nền), chiều sâu đới thấm, các ranh giới có thể xuất hiện các hiện tượng địa chất không lợi cho công trình như karst, xói ngầm... Kiểu và tiết diện công trình thăm dò tuỳ thuộc điều kiện địa chất và đặc tính của công trình thiết kế. Đối với các công trình quan trọng thì phải đào hầm và giếng thăm dò để trực tiếp quan sát đất đá ở nền và vai công trình.

Nghiên cứu địa chất thuỷ văn trong thời kì chọn phương án thuỷ năng nhằm so sánh các phương án. Còn khi đã chọn được phương án thì cần nghiên cứu để có tài liệu tính toán thấm mất nước, áp lực thuỷ động, trị số xói ngầm, lượng nước chảy vào hố đào khi xây dựng. Ranh giới nghiên cứu phía trên không được thấp hơn mực nước dự kiến cao nhất, còn ranh giới phía dưới được giới hạn bởi thế nằm của các vỉa không thấm giới hạn vùng thấm. Tuy nhiên, đối với công trình bê tông cũng không nên sâu quá hai lần cột nước áp lực, còn ở công trình đất chỉ cần xấp xỉ cột nước áp lực. Chỉ cần tiến hành thăm dò sâu hơn khi gặp đá dễ hoà tan, gặp nước áp lực. Còn giới hạn ngang chỉ tuỳ thuộc tính thấm nước của lớp phủ, có thể từ 2 đến 50 ÷ 60 lần chiều cao cột nước áp lực. Thông thường phải tiến hành ép nước ở nền đập; hút nước, đổ nước thí nghiệm ở hai vai đập. Xác định tốc độ thấm thực tế

để tính tốc độ hoà tan đất đá, xói ngầm cơ học. Nhất thiết phải quan trắc động thái nước dưới đất và thành phần hoá học của nó để đánh giá sự thay đổi mực nước và khả năng ăn mòn.

Nghiên cứu trạng thái vật lí và tính chất cơ học của đất đá ở thời kì thứ nhất nhằm phân loại và đánh giá tổng quát trạng thái và thành phần đất đá. Việc xác định các trị số tính toán về cơ lí chỉ áp dụng đối với đất đá và vị trí của nó có ảnh hưởng lớn đến điều kiện chọn tuyến. Số lượng thí nghiệm mẫu cho mỗi chỉ tiêu, theo mỗi lớp đã phân chia, thay đổi từ 5 đến 20, thông thường là từ 10 đến 15.

Sang thời kì thứ hai, bằng cách nghiên cứu thí nghiệm trong phòng và ngoài trời, cần phải xác định các chỉ tiêu phân loại tính chất vật lí, thành phần thạch học và hoá học cũng như các chỉ tiêu khác của đất đá. Số lượng mẫu cho mỗi loại chỉ tiêu của mỗi loại đất đá có thể từ 20 đến 50. Số lượng mẫu để xác định các chỉ tiêu về cường độ, biến dạng và khả năng ổn định trong nước của đất đá thì ít hơn, chỉ từ 10 đến 30 mẫu cho mỗi loại, với các phương pháp thông dụng là chuỳ xuyên, bàn nén.

Thăm dò bằng các phương pháp địa vật lí để chỉnh lí lại bản đồ, phát hiện các đứt gãy, các mặt tiếp giáp, góp phần giải quyết các vấn đề chủ chốt sau đây: đánh giá điều kiện địa chất thuỷ văn như hướng và vận tốc thấm, mực nước và quy luật thay đổi tốc độ thấm... Đánh giá tính liền khối của đá cứng bằng phương pháp chấn động và siêu âm. Đánh giá độ ẩm, độ chặt của đất cát bằng phương pháp phóng xạ, điện trở và điện dung; đánh giá độ ẩm và độ chặt của đất sét, sét pha bằng phương pháp gamma, phương pháp carôta-nơtron.

Nghiên cứu địa chất để xây dựng kênh dẫn nước và kênh giao thông

Thông thường công tác nghiên cứu cũng phải tiến hành theo hai thời kì, trong thời kì đầu chủ yếu là đo vẽ địa chất công trình tỉ lệ 1/5000 đến 1/25.000 trong mỗi dải rộng từ 1 đến 3km và thăm dò trên các mặt cắt ngang tuyến. Các hố khoan đào cách nhau từ 200 đến 500m. Trong thời kì sau, khi chọn tuyến phải tiến hành khoan đào cho tất cả các khu vực quan trọng. Nói chung chiều sâu thăm dò phải sâu hơn đáy kênh từ 3 đến 5m hoặc hơn. Khi thấy khả năng thấm lớn thì phải thăm dò tới đáy cách nước của tầng thấm mà kênh cắt qua. Nghiên cứu địa chất thuỷ văn nhằm đánh giá ảnh hưởng của thấm tới ngập và bán ngập mà kênh dẫn đi qua.

Trường hợp kênh dẫn là đường hầm thì khối lượng và nội dung khảo sát cần phải tăng lên. Thông thường thì ở thời kỳ đầu nên đo vẽ địa chất công trình cho tất cả các phương án theo tỉ lệ 1/10.000 đến 1/25.000; ở các khu vực cửa đường hầm cần theo tỉ lệ lớn hơn (1/5.000 ÷ 1/2.000). Khi điều kiện địa chất đơn giản thì nhiệm vụ chủ yếu trong giai đoạn này là xác định chiều dày và tính chất lớp phủ, đặc tính và tốc độ phong hoá. Khi điều kiện địa chất phức tạp phải khoan đào thăm dò sâu. Chiều sâu thăm dò không nên quá 300m với hố khoan, 20m với giếng đào, so với mặt đường hầm. Khoảng cách các hố khoan đào thăm dò từ 1 đến 2km.

Sau khi đã chọn tuyến rồi thì nhất thiết phải khai đào để xác định rõ rệt điều kiện thi công đường hầm, khoảng cách giữa các công trình thăm dò thay đổi từ 100 đến 500m, ở

khu vực cửa vào cần phải khảo sát dày hơn. Nghiên cứu địa chất thuỷ văn để đánh giá ảnh hưởng của nước dưới đất tới thiết kế và thi công đường hầm. Cần xác định các tính chất vật lí, cơ học để tính áp lực đất đá, áp lực đẩy trồi... ở vách, nóc và đáy đường hầm.

Nghiên cứu địa chất ở khu vực xây dựng nhà máy thuỷ điện và các đầu mối tương tự thì cũng phải tiến hành khảo sát như đối với đập nhưng cự li dày hơn, mẫu thử nhiều hơn. Tỉ lệ đo vẽ bản đồ địa chất công trình phải từ 1/2.000 đến 1/10.000. Chiều sâu thăm dò phải lớn gấp 2 lần chiều rộng của móng nhà máy, kể từ đáy móng. Khi thiết kế nhà máy ngầm, trong phạm vi bố trí nhà máy phải khoan 1 ÷ 2 hố sâu hơn nền nhà máy từ 15 đến 20m. Khi điều kiện địa chất phức tạp cần phải đào giếng và hầm thăm dò. Các thí nghiệm chỉ tiêu cơ lí bảo đảm như để thiết kế nhà ở và công nghiệp khác đã nêu ở §1 chương này.

Nghiên cứu địa chất để xây dựng các công trình phụ, nhà ở và các xí nghiệp phục vụ thi công cần tiến hành theo các quy trình quy phạm đã áp dụng cho các dạng công trình này.

Nghiên cứu vật liệu xây dựng trong giai đoạn này phải bảo đảm tới cấp C để có số liệu so sánh bố trí phương án công trình, để luận chứng về vật liệu xây dựng...

2.3. Nghiên cứu địa chất công trình ở vùng hồ chứa nước

Cùng với phương án chọn tuyến công trình là phương án hồ chứa nước vì vậy nhiệm vụ nghiên cứu địa chất ở vùng hồ chứa nước nhằm:

Đánh giá khả năng thấm mất nước của hồ chứa bao gồm cả thấm tạm thời và thấm thường xuyên;

Đánh giá ngập và bán ngập của vùng hồ;

Đánh giá sự phá hoại bờ sau khi chứa nước;

Đánh giá tốc độ bồi lắng bùn cát và thay đổi chất nước trong hồ.

Việc nghiên cứu ở vùng hồ được tiến hành theo các bước sau đây:

- Đo vẽ địa chất công trình trên toàn bộ lòng hồ, bờ hồ, vùng ngập và bán ngập với tỉ lệ 1/50.000 đến 1/20.000. Ở các khu vực có nguy cơ thấm mất nước phải đo vẽ tỉ lệ lớn hơn và khoan theo các tuyến ngang qua đỉnh chia nước. Tiến hành hút nước, hoặc ép nước và quan trắc dài ngày trong các hố khoan, ít nhất là 1 năm. Tại khu vực có nguy cơ phá huỷ bờ phải đo vẽ địa chất công trình tỉ lệ lớn hơn (1/10.000 đến 1/25.000) và khoan thăm dò theo tuyến ngang. Tiến hành thí nghiệm đặc tính cơ lí của đất đá để có thể tính toán tốc độ phá hoại bờ theo các quy phạm hiện hành trong thiết kế.

- Ở các vị trí phải xử lí thấm, ngăn ngập, bán ngập thì phải tiến hành nghiên cứu như quy định nghiên cứu cho các dạng công trình tương tự. Còn trên các khu vực riêng biệt của hồ chứa, khối lượng các công trình thăm dò khảo sát có thể tham khảo *bảng X-5* dưới đây.

2.4. Nghiên cứu địa chất để thiết kế kĩ thuật và lập bản vẽ thi công công trình thuỷ lợi

Nhiệm vụ thiết kế ở giai đoạn này là hoàn chỉnh và chính xác hoá các giải pháp kĩ thuật, nên nhiệm vụ khảo sát địa chất công trình trong giai đoạn này nhằm tạo cơ sở cho việc giải

quyết các vấn đề cụ thể xuất hiện trong thiết kế và thi công công trình. Các công tác chủ yếu trong giai đoạn này là thăm dò thông thường, thí nghiệm và nghiên cứu chuyên môn. Các công trình thăm dò chủ yếu là giếng, hố đào và hầm thăm dò. Trong trường hợp cần thiết có thể thí nghiệm mô hình và xây dựng thử.

Bảng X-5. Bảng ước chừng khối lượng thăm dò khảo sát ở vùng hồ chứa nước

Đối tượng và khu vực khảo sát	Khoảng cách của các tuyến, *km*	Số lượng hố khoan trong tuyến	Vị trí bố trí các hố khoan trong tuyến	Chiều sâu hố khoan, *m*
Khu vực thấm từ hồ chứa	1 ÷ 2	3 ÷ 5	Trên tất cả các đơn nguyên địa mạo	50% hố khoan đến đáy cách nước, nhưng không lớn gấp 2 ÷ 3 lần trị số áp lực nước; còn lại 50% hố khoan thì khoan sâu hơn mực nước dưới đất 5 ÷ 7*m*.
Khu vực bán ngập	Trong thành phố và khu công nghiệp: 3 ÷ 0,5; nông thôn 0,5 ÷ 0,8; ruộng đồng: 1 ÷ 5.	Ít nhất 3	Từ ngấn nước sông đến ranh giới giả định phát triển các hiện tượng	
Khu vực có thể phá hoại bờ hồ	0,15 ÷ 0,5	Ít nhất 3		Đến độ sâu giả định bờ bị phá hoại nhưng không sâu quá 5 ÷7 mét, thấp hơn ngấn nước sông

Công tác thăm dò nhằm làm chính xác thêm các tài liệu đã thu được ở các giai đoạn thiết kế nhiệm vụ, tại các vị trí xây dựng chủ chốt như đập, nhà máy thuỷ điện, âu tàu hay từng bộ phận của công trình (mố, trụ, cửa cống...). Các công trình thăm dò phải bố trí sát chu vi móng, sát màn chắn. Khoảng cách giữa các công trình thăm dò thay đổi từ 25 đến 100m. Chiều sâu thăm dò phụ thuộc chiều sâu móng, chiều dày đới chịu ảnh hưởng của tải trọng công trình, độ sâu chống thấm. Ưu tiên dùng các công trình thăm dò đường kính lớn để quan sát trực tiếp đất đá và thí nghiệm nghiên cứu tính chất vật lí cơ học ngay trong công trình thăm dò.

Công tác thí nghiệm thấm, quan trắc động thái mực nước và thành phần hoá học của nước để làm cơ sở tính toán chính xác các giải pháp kĩ thuật chống thấm cho công trình, các biện pháp tháo khô hố đào khi xây dựng và thoát nước hạ lưu công trình.

Các thí nghiệm vật lí và cơ học của đất đá cần được tiến hành cả ở trong phòng và ngoài trời với mẫu lớn trong điều kiện thế nằm tự nhiên, đặc biệt là các lớp đất đá chịu lực chủ yếu.

Trường hợp công trình lớn, công trình áp lực thấm cao thì cần tiến hành thí nghiệm mô hình như thí nghiệm thấm, ép vữa, hạ thấp mực nước thi công và thi công thử các bộ phận công trình.

Khối lượng và nội dung khảo sát nghiên cứu cho các dạng công trình phụ, công trình tạm thời có thể áp dụng các quy trình chung cho các loại tương tự.

Trong giai đoạn này còn tiếp tục khảo sát và nghiên cứu địa chất ở khu vực hồ chứa nước, đặc biệt là các khu vực có nguy cơ thấm nước, ngập và bán ngập.

Việc thăm dò vật liệu xây dựng thiên nhiên trong giai đoạn này nhằm nâng cấp từ C_1 lên A và B để chính xác hoá chất lượng và trữ lượng vật liệu; trên cơ sở đó đề xuất biện pháp khai thác và biện pháp kĩ thuật nâng cao chất lượng vật liệu thiên nhiên.

Các công trình thăm dò nên ưu tiên áp dụng hào và giếng, thường thì giếng và hào không nên ít hơn 10 đến 20% tổng số công trình thăm dò.

2.5. Nghiên cứu địa chất công trình trong giai đoạn thi công và khai thác công trình thuỷ lợi

Trong suốt thời gian thi công cần tiến hành các công tác chủ yếu sau:

Lập hồ sơ địa chất hố móng xây dựng và kiểm tra quá trình xây dựng, chủ yếu là quan sát quá trình thi công các hố móng một cách chi tiết và có hệ thống để điều chỉnh những sai lệch giữa thiết kế với thực tế của nền để có thể hiệu chỉnh các kết cấu móng cho kịp thời. Kiểm tra việc thực hiện các chỉ dẫn thiết kế có liên quan đến điều kiện địa chất công trình như nổ mìn phá đá, hút nước thi công, bóc hố móng... Lập hồ sơ cuối cùng của hố đào, hố móng và nền công trình (vẽ, mô tả, chụp ảnh...). Đối với các hố móng quan trọng có thể đo vẽ và chụp ảnh kinh vĩ. Tỉ lệ lập hồ sơ móng phụ thuộc vào kiểu công trình, kích thước hố móng và mức độ phức tạp về điều kiện địa chất, thường thay đổi từ 1/50 đến 1/100 đối với nền công trình bê tông cấp I trong điều kiện địa chất phức tạp. Trong trường hợp giản đơn thì có thể là tỉ lệ 1/1.000 đến 1/10.000.

Trong nghiên cứu lập hồ sơ cần tiến hành nhiều thí nghiệm vật lí cơ học để so sánh với kết quả đã sử dụng để thiết kế kĩ thuật công trình. Đây là tài liệu bắt buộc phải có khi nghiệm thu công trình.

Kiểm tra chất lượng phần công trình đắp bằng đất đá bao gồm: giám sát thi công khai đào vật liệu đắp như kĩ thuật nổ mìn, bốc xúc... Thông thường lấy mẫu thí nghiệm chất lượng đất đá theo tỉ lệ 1 mẫu trên 20.000m^3, giám sát kĩ thuật đắp đất đá như kĩ thuật rải lớp, đảm bảo trạng thái đất đá, kĩ thuật đầm nén... Trung bình số mẫu kiểm tra theo tỉ lệ 1 mẫu trên 100 đến 200m^2. Đối với đập đất bồi, đập đá đổ phải theo dõi và kiểm tra cỡ hạt. Kiểm tra thi công tầng lọc và hệ thống thoát nước, kĩ thuật và chất lượng thi công màn chắn...

Trong quá trình sử dụng công trình phải tiến hành một số công tác sau:

Quan trắc biến dạng công trình bao gồm đo độ lún ở các bộ phận dịch chuyển trượt của sườn dốc, của mái đất đắp...

Quan trắc động thái thấm, sự làm việc của màn chống thấm. Quan trắc hiện tượng phá hoại bờ hồ.

Tất cả những quan trắc dài ngày cho phép ta kiểm tra sự đúng đắn của các giải pháp đã được quyết định trong thiết kế và thi công. Đó là cơ sở để ra chế độ quản lí và khai thác công trình.

2.6. Nghiên cứu những vấn đề địa chất ở thượng lưu và hạ lưu

Việc xây dựng các công trình dâng nước và ngăn nước đã có tác động rất lớn đến điều kiện môi trường của các vùng thượng lưu và hạ lưu công trình. Vì vậy nghiên cứu địa chất nhằm trước hết dự đoán sự thay đổi và xuất hiện những quá trình địa chất do ảnh hưởng của công trình, sau nữa là nghiên cứu để xử lí các công trình đã có cũng như xây dựng các công trình mới do công trình thuỷ lợi sẽ xây dựng đặt ra. Thông thường những vấn đề địa chất ở thượng lưu công trình là do sự dâng mực nước, do sự ngập lụt những vùng rộng lớn và sự dâng cao mực nước ngầm. Những vấn đề địa chất ở hạ lưu công trình, thường là do hạ thấp mực nước sông về mùa lũ, nâng cao lưu lượng kiệt về mùa khô, phát sinh sự thay đổi ranh giới nhiễm mặn ở vùng cửa sông ven biển, sự thay đổi độ cao của các công trình lấy nước và dẫn nước... Đối với công trình lớn như Hoà Bình, Trị An người ta đã phải thiết lập các chương trình nghiên cứu trọng điểm "sau Hoà Bình" và "sau Trị An". Hiện còn chưa có những quy trình quy phạm cụ thể cho việc nghiên cứu. Tuỳ thuộc điều kiện cụ thể, có thể áp dụng các quy trình nghiên cứu tương đương hoặc có quy định riêng.

§3. NGHIÊN CỨU ĐỊA CHẤT ĐỂ XÂY DỰNG ĐƯỜNG

Việc nghiên cứu địa chất công trình khi xây dựng đường sắt và đường ô tô nhằm mục đích luận chứng cho việc chọn tuyến đường, sau đó theo phương án đã chọn xác định điều kiện thiết kế và sử dụng đường.

Nghiên cứu địa chất công trình cho xây dựng đường sắt và đường ôtô rất đa dạng, nó phụ thuộc vào loại công trình (cầu, đường sắt, đường ôtô, ga xe, đường hầm...), vị trí và chiều sâu của công trình, phương pháp thi công, cấp đường...

Hiện nay, theo các quy định hiện hành, thì khảo sát địa chất cho đường sắt và đường ôtô thường có hai giai đoạn:

Giai đoạn khảo sát để thiết kế sơ bộ - luận chứng kinh tế kĩ thuật.

Giai đoạn khảo sát để thiết kế kĩ thuật và lập bản vẽ thi công.

Trường hợp gộp lại thành một giai đoạn khảo sát chỉ áp dụng trong điều kiện địa chất đơn giản hoặc do yêu cầu xây dựng khẩn trương (thời chiến).

3.1. Nghiên cứu địa chất để thiết kế sơ bộ tuyến đường

Nghiên cứu địa chất trong giai đoạn này nhằm thu thập tài liệu địa chất công trình để phục vụ luận chứng kinh tế - kĩ thuật cho tuyến đường và lấy tài liệu thiết kế sơ bộ mặt đường. Yêu cầu phải làm sáng tỏ các vấn đề chủ chốt như: loại đất đá, độ dày phong hoá,

các hiện tượng địa chất tự nhiên và địa chất công trình, vật liệu làm nền đường và rải mặt đường... Phương pháp nghiên cứu chủ chốt là đo vẽ địa chất công trình. Nội dung đo vẽ tuỳ thuộc vào điều kiện địa hình, cấu tạo địa chất và thường chia ra các loại sau:

Khảo sát địa chất cho nền đường thông thường;

Khảo sát địa chất cho nền đường qua các đoạn đào sâu đắp cao;

Khảo sát địa chất cho cầu, cống;

Khảo sát vật liệu xây dựng đường.

Đối với nền đường đắp thông thường thì dọc theo tuyến cứ 200 đến 300*m*, khoan đào 1 hố sâu từ 2 đến 4*m* để nắm tình hình đất đá dưới nền đường.

Đối với đường ở miền đồi núi thì thường phải đào sâu vào các tầng tàn tích, sườn tích hay đá gốc ở sườn dốc và đắp cao để vượt qua các thung lũng hẹp, qua bãi lầy... Cho nên cần tìm hiểu kĩ tình hình đá gốc, lớp phủ như sự thay đổi thành phần và tính chất đất đá theo chiều sâu và theo chiều ngang, bề dày phong hoá, mực nước ngầm và các hiện tượng địa chất hiện đại như karst, trượt lở, xói ngầm... có thể xảy ra hay đã xảy ra ở trên dọc tuyến đường dự kiến.

Đối với các sườn dốc quá thì thường là có nguy cơ trượt lở khi cắt xén chân dốc, vì vậy phải tìm hiểu về đặc tính đất đá, nguồn gốc và cấu tạo sườn dốc... từ đó đánh giá điều kiện ổn định của nó đối với công trình, đặc biệt là vùng phải đào sâu, đắp cao. Phương pháp khảo sát chủ yếu là dựa vào các vết lộ tự nhiên hoặc nhân tạo mà đánh giá đặc tính của các điều kiện địa chất của tuyến đường.

Đối với vị trí dự định đặt cầu, cống thì tuỳ theo loại và độ lớn của công trình mà khối lượng và nội dung khảo sát có khác nhau. Đối với cống đặt ở chỗ có điều kiện địa chất đơn giản thì không cần phải khoan thăm dò, còn ở nơi có điều kiện địa chất phức tạp thì cần phải khai đào thăm dò ở hai đầu cống và thân cống mà thông thường là dùng hố đào hay hố vạt sâu từ 2 đến 3m dưới cao trình đặt cống.

Đối với cầu nhỏ nên bố trí các công trình thăm dò đơn giản khi có cấu trúc địa chất giản đơn. Trong trường hợp địa chất phức tạp thì phải khoan hoặc đào giếng sâu hơn, thường không quá 3 ÷ 4 hố cho một vị trí dự kiến chọn.

Đối với cầu trung bình và cầu lớn thì khi nghiên cứu phải xét tới tất cả các công trình phụ như tường chắn sóng, tường hướng dòng... Phạm vi đo vẽ rộng về thượng lưu từ 150 đến 200m đối với đường ôtô và 200 đến 300m đối với đường sắt, còn về phía hạ lưu có thể nhỏ hơn. Đối với đường sắt ít nhất phải có từ 2 đến 3 công trình thăm dò trong khoảng đó, còn đối với đường bộ thì có thể ít hơn. Tuy nhiên, khi gặp phải điều kiện địa chất phức tạp thì số lượng công trình thăm dò phải tăng thêm. Trong một số trường hợp có thể kết hợp thăm dò địa vật lí.

Ở các vị trí dự kiến đặt trụ và mố cầu cần có công trình thăm dò sâu hơn. Tất cả các vị trí thăm dò phải đưa lên bản đồ thực địa. Ở các vị trí này cần nghiên cứu thành phần hoá học, đặc biệt là khả năng ăn mòn đất đá và bê tông.

Trong giai đoạn khảo sát sơ bộ, yêu cầu điều tra vật liệu xây dựng bao gồm sơ hoạ vị trí mỏ vật liệu (đá, đất cấp phối...), sơ bộ đánh giá chất lượng và trữ lượng của mỏ, khoảng cách từ mỏ đến nơi xây dựng và đặc biệt là phương tiện vận chuyển vật liệu.

3.2. Nghiên cứu địa chất để thiết kế kĩ thuật và lập bản vẽ thi công đường

Sau khi đã chọn được tuyến tối ưu thì tiến hành nghiên cứu để thu thập số liệu dùng trong tính toán mặt đường, cống, cầu và các yêu cầu khác. Trong nghiên cứu phải tận dụng triệt để các tài liệu đã thu thập được trong thiết kế sơ bộ để giảm bớt khối lượng thăm dò. Tài liệu thu được phải thật chính xác, đầy đủ để có thể thiết kế và kiến nghị các biện pháp công trình hay các giải pháp kĩ thuật riêng biệt. Nội dung khảo sát, nghiên cứu trong giai đoạn này rất khác nhau khi những điều kiện địa hình và địa chất khác nhau.

Nghiên cứu địa chất cho tuyến đường qua vùng đồng bằng

Yêu cầu phải làm sáng tỏ các nội dung chủ yếu sau đây:

Ranh giới giữa các yếu tố địa mạo trong vùng khảo sát, đặc trưng bề mặt địa hình, dạng tầng phủ và các hiện tượng địa chất diễn ra trên bề mặt đó.

Cấu trúc địa chất dọc theo tuyến chọn trên những dạng địa hình đặc biệt: xác định tuổi, nguồn gốc và điều kiện sinh thành của nó. Cấu trúc địa chất và trạng thái vật lí, cơ học của đất đá. Các công trình khai đào phải sâu hơn nền đường hoặc nền đất thiên nhiên (với đoạn đắp) từ 2 đến 3m. Lượng điểm khảo sát không ít hơn 4 ÷ 5 điểm trên 1km dài của tuyến chọn.

Về địa chất thuỷ văn phải xác định được mực nước dưới đất, ảnh hưởng của nó tới công trình. Cần nghiên cứu kĩ các mạch nước và giếng nước. Trong phạm vi xây dựng cầu hoặc cống cần đánh giá ảnh hưởng xấu của nước dưới đất tới công trình như hiện tượng ăn mòn, hiện tượng trượt, xói ngầm, áp lực nước lỗ rỗng của nước dưới đất trong sử dụng đường.

Đối với đất đắp, cần xác định bãi đất và đặc tính vật lí, cơ học của đất đắp.

Nghiên cứu địa chất cho tuyến đường vượt qua thung lũng sông

Cần tiến hành mô tả đặc điểm địa hình lũng sông, số lượng và cấu tạo của các thềm sông, xác định các vị trí lầy, hồ ao... Khi tuyến đường đi qua thềm sông thì cần nghiên cứu kĩ độ dốc và hướng dốc của mặt thềm (bằng phẳng, lượn sóng, mương xói...). Công trình thăm dò ở thềm sông đơn giản thì từ 2 đến 3 cho 1km đường, và sâu từ 2 đến 3*m* cho nền đường đắp, sâu quá mặt đường 2 ÷ 3m cho nền đường đào. Cần đặc biệt chú ý tới nơi thềm sông có độ dốc lớn, có bậc thềm tích tụ cao.

Nghiên cứu địa chất cho tuyến đường qua vùng đầm lầy thì cần phải xác định kiểu đầm lầy và khả năng chống lầy khả dĩ áp dụng được. Để nghiên cứu lầy thường tiến hành đo vẽ địa chất công trình kết hợp với khoan thăm dò, thông thường là khoan tay kết hợp với chuỳ xuyên. Yêu cầu khảo sát phải nêu rõ loại lầy, địa hình đầm lầy, diện tích phân bố và cấu tạo địa chất của đáy lầy. Cần chú ý nghiên cứu thành phần thực vật của lớp than bùn và lớp lầy, mức độ và tốc độ phân thuỷ của nó. Các hố khoan bố trí theo mặt cắt ngang trong đó có 1 hố vào đúng tim đường.

Nghiên cứu địa chất cho tuyến đường qua vùng đồi núi thì mục đích chủ yếu là để đánh giá ổn định cho ta-luy nền đường, vách núi và độ bền vững của đất đá làm đường. Đặc biệt cần chú ý tới hiện tượng xói mòn, trượt đất và các hiện tượng khác đặc trưng như lũ bùn đá, lở đất, đá đổ.

- Đối với vùng phát triển trượt đất thì nội dung nghiên cứu bao gồm:

Xác định diện tích phân bố trượt và phạm vi ảnh hưởng của nó tới tuyến đường. Đối với một khối trượt phải xác định rõ những dấu hiệu cơ bản như hệ thống khe nứt trượt, đỉnh trượt, bậc trượt, vết lộ nước dưới đất...

Xác định cấu tạo khối trượt thông qua các yếu tố cơ bản như kích thước khối trượt, độ cao và hình dạng bề mặt trượt, tuổi của đất đá phát sinh trượt.

Giải thích nguyên nhân xuất hiện trượt và khả năng tái phát triển của nó khi có sự biến đổi về các điều kiện tự nhiên.

Khảo sát tuyến qua vùng đất trượt cần phải đưa lên bản đồ các mạch nước ở sườn dốc gần khối trượt. Đo lưu lượng và nhiệt độ nước đặc biệt là sự thay đổi lưu lượng và độ đục của các mạch nước trong khu trượt. Các công trình thăm dò cần bố trí cắt qua khối trượt. Trong trường hợp cần thiết phải bố trí quan trắc dài ngày địa chất thuỷ văn và địa chất công trình. Các mẫu đất đá cần lấy rải đều theo độ sâu để xác định thành phần đất đá, độ ẩm và các đặc trưng khác.

- Đối với vùng phát triển karst thì nội dung nghiên cứu bao gồm:

Xác định tuổi của đá và tuổi hình thành karst, đặc tính về thạch học, thế nằm và đặc biệt là các hệ thống khe nứt và đứt gãy kiến tạo trong đá.

Xác định các chu kì hoạt động karst xuất hiện trong vùng thông qua các đới và các dạng karst.

Xác định và phân loại các dạng hình thái karst, số lượng và độ cao xuất hiện kích thước phát triển, mối liên quan giữa các dạng đó với nhau. Xác định thành phần và tính chất của các tầng phủ trên đá karst hoặc trong các hang động karst. Xác định mực nước, thành phần và động thái của nước dưới đất.

Giải thích điều kiện phát sinh, phát triển và các yếu tố chi phối quá trình phát triển karst trong vùng. Chú ý hình thái karst chôn vùi và các vật chất lấp nhét chủ yếu.

Phương pháp khảo sát chủ yếu là đo vẽ địa chất công trình, phân tích địa mạo - kiến tạo mới kết hợp với đo sâu điện theo mặt cắt.

Nghiên cứu địa chất để xây dựng cầu, cống, ngầm có nhiệm vụ cơ bản sau:

Xác định điều kiện về cường độ, biến dạng và ổn định của nền công trình.

Xác định các nguồn vật liệu xây dựng thiên nhiên để phục vụ cho xây dựng công trình như đá, cát, sỏi...

Khối lượng và nội dung công tác phụ thuộc vào loại và cỡ công trình.

- Đối với cầu và cống nhỏ thì việc nghiên cứu địa chất cần được tiến hành đồng thời với nghiên cứu địa chất cho tuyến. Vị trí của cầu, cống ngầm phụ thuộc vào vị trí của tuyến đã được chọn và thiết kế ở trên. Để lập thiết kế nhiệm vụ, thiết kế kĩ thuật và bản vẽ thi công thì cần nghiên cứu:

Đặc điểm địa mạo của khu vực xây dựng cầu, cống, ngầm;

Đặc tính đất đá, độ dày tầng phủ, độ sâu chôn móng và đặc tính của đất đá làm nền;

Đặc tính của nước dưới đất và nước mặt như thành phần, tính chất và động thái của nước.

Diện tích khảo sát nên rộng hơn diện tích khảo sát tuyến với bán kính thông thường từ 200 đến 300m.

- Đối với cầu trung và cầu lớn thì trong giai đoạn thiết kế kĩ thuật cần nghiên cứu các vấn đề sau: nghiên cứu về cấu tạo địa chất của vùng, bao gồm sự phân bố đất đá, các hệ thống kiến tạo chủ yếu... từ đó làm cơ sở để nghiên cứu địa mạo và các điều kiện địa chất thuỷ văn, hiện tượng địa chất hiện đại.

Tuỳ theo mức độ nghiên cứu trong các giai đoạn trước mà chia ra các cấp a, b, c như sau:

a) Loại chưa được nghiên cứu gì về địa chất và địa chất công trình.

b) Loại đã được nghiên cứu về cấu trúc địa chất nhưng chưa được nghiên cứu về địa chất công trình;

c) Loại đã được nghiên cứu đầy đủ về địa chất và địa chất công trình.

Tuỳ theo cấu trúc địa chất, lũng sông được chia ra làm 5 loại:

Loại 1 với chiều dày lớp phủ aluvi đến 10m, dưới độ sâu đặt mố trụ là đất dá ép co yếu, đồng nhất trong toàn bộ phạm vi cầu.

Loại 2 với chiều dày lớp phủ aluvi từ 10 đến 20m, aluvi là cát hạt trung và hạt nhỏ.

Loại 3 với chiều dày lớp phủ là aluvi từ 10 đến 20m, nhưng aluvi là sét pha dẻo, sét và bùn đồng đều trong phạm vi cầu.

Loại 4 với chiều dày aluvi đến 20m, nhưng có thành phần và trạng thái khác nhau, trong đó sự thay đổi của đá gốc có thể xảy ra hoặc là trong toàn bộ cầu hoặc là trong phạm vi riêng biệt của lũng sông.

Loại 5 với chiều dày aluvi lớn hơn 20m, dưới độ sâu đặt mốc là đất sét,đất cát hay đất bùn có thành phần khác nhau.

Tuỳ theo từng loại cầu, tuỳ theo mức độ nghiên cứu của lũng sông, kiểu lũng sông mà khối lượng và nội dung nghiên cứu sẽ khác nhau. Về khối lượng khoan thăm dò cho cầu vượt cỡ lớn và cỡ trung có thể tham khảo trong *bảng X-7*. Còn khối lượng khoan đào trung bình cho khảo sát tuyến đường tuỳ theo đường, công trình trên đường... có thể tham khảo trong *bảng X-6*.

Bảng X-6. Khối lượng áng chừng của công tác thăm dò cho khảo sát tuyến đường

Đối tượng khảo sát	Số lượng trung bình các công trình thăm dò hay khoảng cách giữa chúng, m	Chiều sâu trung bình của các công trình thăm dò, m
Tuyến đường sắt (đào, đắp và dự trữ)	200 ÷ 500m	Sâu 2m dưới mặt đất với nền đắp và sâu 2m so với nền đường đào hoặc đến đá cứng. Đầm lầy sâu 0,5 đến 1m vào đáy lầy. Ở những khu vực thiết kế đặc biệt, chiều sâu quyết định tuỳ điều kiện cụ thể
Diện tích xây dựng (đầu mối giao thông, khu ga, nhà ở...)	100 ÷ 200m và trên mỗi đơn nguyên (nhà ga, nhà ở, nhà chứa toa xe...), có 1 công trình thăm dò	Hố khoan sâu 5m Hố đào sâu 3m.
Đối với các công trình nhân tạo	Những công trình nhỏ là 2. Cầu loại vừa là 3: Cầu lớn: cách 100m nhưng không ít hơn 3. Khi thiết kế cụ thể thì cứ mỗi mố trụ 1 hố khoan hoặc 1 giếng đào.	Sâu hơn chiều sâu dự định đặt móng trong đá cứng là 0,5m, trong đất mềm rời là 10m hoặc hơn.

Bảng X-7. Khối lượng áng chừng của các công tác khoan đào thăm dò cho cầu vượt sông cỡ lớn và trung bình

Kiểu thung lũng sông theo cấu trúc địa chất	Mức độ nghiên cứu địa chất (cấp)					
	a		b		c	
	Số lượng công trình thăm dò	Chiều sâu *m*	Số lượng công trình thăm dò	Chiều sâu *m*	Số lượng công trình thăm dò	Chiều sâu *m*
1	3	10 ÷ 12	1	10 ÷ 12	-	-
2	3	20 ÷ 25	1	20 ÷ 25	-	-
3	3	20 ÷ 25	1	20 ÷ 25	1	20 ÷ 25
4	5	20 ÷ 25	3	20 ÷ 25	1	25
5	5	25 ÷ 100	3	25 ÷ 75	1	25

§4. NGHIÊN CỨU ĐỊA CHẤT ĐỂ XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH NGẦM

Trong xây dựng các công trình ngầm, nghiên cứu địa chất là cơ sở để:

- Lựa chọn vị trí công trình trên bình đồ và trên mặt cắt.

- Lựa chọn biện pháp thi công để đảm bảo an toàn cho thi công và cho các công trình trên mặt đất.

- Lựa chọn và tính toán kết cấu chống đỡ trong công trình ngầm.

- Chọn biện pháp bảo vệ vỏ áo công trình, chống xâm thực của nước dưới đất.

- Giải pháp thông gió và cấp thoát nước trong thi công và trong sử dụng công trình ngầm.

Khối lượng và nội dung nghiên cứu tuỳ thuộc vào quy mô công trình ngầm, độ sâu công trình, giai đoạn khảo sát và các điều kiện địa chất cụ thể.

Đối với xây dựng công trình ngầm, những yếu tố địa chất có ảnh hưởng quyết định bao gồm: cấu trúc địa chất, đặc tính địa mạo, đặc tính chứa nước của đất đá, các khí cháy và khí độc có trong đất đá (*bảng X-8*).

Bảng X-8. Các yếu tố xác định mức độ phức tạp về điều kiện địa chất khi xây dựng công trình ngầm

Yếu tố	Điều kiện đơn giản	Điều kiện phức tạp
Cấu trúc khối đất đá	Khối đồng nhất về thành phần đất đá. Công trình đặt trong phạm vi cùng một lớp đá.	Khối không đồng nhất về thành phần đất đá. Công trình cắt qua một số vỉa có thành phần khác nhau.
Điều kiện địa mạo	Không có những quá trình và hiện tượng địa chất có hại tới công trình. Sườn dốc ổn định địa hình bình ổn	Nhiều hiện tượng địa chất có hại tới công trình. Công trình cắt qua hang, hốc karst hoặc các chỗ xói rửa, chôn vùi, lấp nhét đất đá không ổn định. Địa hình phân cắt mạnh.
Điều kiện kiến tạo	Động đất nhỏ hơn cấp VII. Thế nằm các lớp dốc đứng, chỉnh hợp. Công trình cắt vuông góc với đường phương của các vỉa và nếp lồi. Độ nứt nẻ nhỏ.	Động đất cấp VII hoặc lớn hơn. Phát triển nếp oằn. Thế nằm của các lớp thoải. Đường hầm đi theo phương của các vỉa. Có các đới phá huỷ kiến tạo. Khe nứt phát triển.
Tính chứa khí	Không có khí dưới đất	Gặp mêtan, khí cacbonic, sunfua hiđro (H_2S)...
Điều kiện địa chất thuỷ văn	Không có tầng chứa nước hay có một tầng mà không có liên hệ với nước mặt. Nước áp lực nhỏ (< 30m). Nước không ăn mòn. Đất thoát nước tốt. Dòng thấm vào công trình khai đào không quá $50m^3/h$	Nhiều tầng chứa nước có mối liên hệ với nước mặt. Áp lực nước lớn hơn 30m. Độ thoát nước nhỏ, nước có tính ăn mòn. Dòng thấm vào công trình khai đào trên $50m^3/h$.

Nhiệm vụ, nội dung và phương pháp nghiên cứu địa chất để xây dựng các công trình ngầm bao gồm:

Thu thập, nghiên cứu các tài liệu đã có để làm cơ sở phác họa phương pháp và kế hoạch nghiên cứu địa chất tiếp sau cho từng giai đoạn, từng vấn đề và từng hạng mục công trình.

Đo vẽ địa chất công trình trên mặt và dọc theo các công trình đào để nghiên cứu sơ bộ về các điều kiện địa chất công trình. Thông thường đối với đường hầm thì đo vẽ theo tuyến băng rộng khoảng 1000m với tỉ lệ từ 1/5.000 đến 1/10.000; riêng ở các khu vực cửa vào và cửa ra thì đo vẽ với tỉ lệ lớn hơn (1/2.000 đến 1/5.000).

Bảng X-9. Khối lượng ước chừng của công tác khoan khi nghiên cứu địa chất để xây dựng các công trình ngầm

Loại công trình	Đặc trưng của công trình	Cấp phức tạp về địa chất	Khối lượng công tác khoan tuỳ theo kích thước công trình
Đường hầm giao thông sắt bộ	Dài đến 300*m*, sâu đến 300*m*	Đơn giản Phức tạp	7 hố (2 ÷ 3 ở mỗi cửa) 11 hố (2 ÷ 4 ở mỗi cửa)
	Dài hơn 300*m*, sâu hơn 300*m*	Đơn giản	Ở mỗi cửa có 3 hố và tuyến hầm cứ cách 150 ÷ 200m khoan 1 hố.
		Phức tạp	Ở mỗi cửa 3 hố, mỗi bên 1 hố cách cửa 50m và ở tuyến hầm cứ cách 100 đến 150m khoan 1 hố.
	Chiều sâu lớn hơn 300m	Khảo sát khó khăn	Thường không khoan mà chỉ thăm dò địa vật lí kết hợp hố đào
Đường xe điện ngầm đặt nông	Đường hầm giữa các ga xe	Đơn giản Phức tạp	15 hố trên 1km tuyến 30 ÷ 75 hố trên 1 ga xe.
	Các ga xe	Đơn giản Phức tạp	6 ÷ 10 hố trên 1 ga xe 8 ÷ 12 hố trên 1 ga xe
Đường xe điện ngầm đặt sâu	Đường hầm giữa các ga xe	Đơn giản Phức tạp	15 hố trên 1km tuyến Đến 100 hố trên 1km tuyến
	Các ga xe Thân giếng		6 hố trên 1 ga xe Đến 3 hố trên 1 thân giếng

Việc nghiên cứu cấu trúc địa chất, chiều dày phong hoá, độ sâu nước ngầm thường áp dụng các phương pháp đo địa vật lí. Còn nghiên cứu địa tầng, thạch học, độ chứa khí và các đặc điểm địa chất thuỷ văn phải dùng các hố khoan đào. Khối lượng khoan đào phụ thuộc vào kích thước và đặc điểm công trình, mức độ phức tạp về các điều kiện địa chất có thể tham khảo ở *bảng X-9*.

Các số liệu nghiên cứu địa chất thuỷ văn nhằm tính toán sơ bộ nước thấm đến các giếng thăm dò, lượng nước phải tháo khi thi công, áp lực nước lên công trình ngầm...

Ngoài các chỉ tiêu vật lí, cơ học thông thường, các thí nghiệm trong phòng và ngoài trời còn phải xác định một số đặc trưng kĩ thuật riêng biệt như:

Độ nhiệt của đất đá khi khai đào công trình: Từ biểu thức (I-1), nếu đã xác định được cấp địa nhiệt của vùng, ta dễ dàng xác định được nhiệt độ t_z tại độ sâu z:

$$t_z = t_{bq} + \frac{z - h_o}{\alpha} \qquad (X\text{-}4)$$

Trong đó: h_o - độ sâu của đới thường ôn, thường từ 30 đến 35m; t_{bq} - độ nhiệt của khí quyển (theo bình quân năm), α - cấp địa nhiệt của vùng.

Độ xốp rời K là tỉ số của thể tích đất đá bị vỡ rời với thể tích ban đầu:

$$K = \frac{V_1}{V_o} \qquad (X\text{-}5)$$

Trong đó V_1 là thể tích của đất đá bị phá rời từ thể tích ban đầu V_o.

Trong giai đoạn khảo sát sơ bộ có thể xác định K theo kinh nghiệm, ví dụ: đất cát có K = 1,1 ÷ 1,2; đất có thực vật: K = 1,2 ÷ 1,3; sét pha, sét K = 1,25 ÷ 1,3; sét kết: K = 1,35 ÷ 1,45; đá cứng khác K = 1,8 ÷ 2,2.

Cường độ chống trượt (τ), *chống kéo* (σ_k) *và chống uốn* (σ_u) của đất đá thường phải xác định gián tiếp qua cường độ chống nén σ_n bằng các hệ số kinh nghiệm ở *bảng X-10* dưới đây:

Bảng X-10. Bảng tỉ số giữa cường độ chống kéo, chống trượt, chống uốn của đất đá so với cường độ chống nén thực tế

Loại đất đá	σ_k / σ_n	τ / σ_n	σ_u / σ_n
Granit	0,02 ÷ 0,04	0 ÷ 0,8	0,09
Cát kết	0,02 ÷ 0,05	0,06 ÷ 0,2	0,1 ÷ 0,12
Đá vôi	0,04 ÷ 0,10	0,08 ÷ 0,1	0,15
Sét kết	0,01 ÷ 0,17	-	-

Tỉ suất chống đẩy trồi của đất đá thể hiện cường độ chống đẩy trồi, thường được xác định qua thí nghiệm đẩy trồi ở đường hầm, giếng đào, kết quả thí nghiệm xác định tỉ suất chống đẩy trồi của một số đất đá có thể tham khảo ở *bảng X-11* dưới đây:

Bảng X-11. Bảng các trị số tỉ suất chống đẩy trồi của một số đất đá theo thực nghiệm

Đất đá	Tỉ suất chống đẩy trồi, *kG/cm*^{2}	Áp lực thí nghiệm, *kG/cm*^{3}	Phương pháp và phương tiện thí nghiệm
1	2	3	4
Đất sét chắc	60 ÷ 100	1 ÷ 3	Nén trong hố đào
Đất núi lửa bở rời	40	1	-
Đất phiến yếu và cát kết	150	2,7	-
Đá phiến serixit, đá bazan nứt nẻ mạnh	200	5,3	Nén trong hầm thăm dò
Đá phiến và cát kết	220	2,7	Nén trong giếng đào
Cát kết hạt trung bình	250	50	Dùng kích
Đá vôi kẹp sét mỏng	350	0	-
Đá cứng, mảnh vụn, đá tảng	400 ÷ 450		Nén trong giếng đào

Bảng X-11 (tiếp theo)

1	2	3	4
Quaczit phong hoá	500	20	Dùng kích
Cát kết tuf	600		Nén trong giếng đào
Gơnai	650	10	Nén trong hầm
Cát kết tuf rắn chắc	800		Nén trong giếng đào
Đá phiến sét	900	10,8	Nén trong hầm
Paragơnai	1000	10	-
Đá vôi kẹp macnơ	1150	10	Dùng kích
Granit	2000	6	Nén trong hầm
Gơnai biôtit	2200	5	-
Đá vôi rắn chắc	2800	10	Dùng kích
Quaczit chắc	6000	20	Dùng kích

Hệ số nở hông μ của đất đá thường lấy theo kinh nghiệm, thay đổi từ 0,17 đến 0,20 với đá cứng và từ 0,30 đến 0,40 với đất loại sét.

Độ vững chắc của các tầng cách nước ngăn cách nước áp lực với công trình được xác định thông qua các thông số cường độ (chống cắt τ, chống kéo σ_k, chống thủng σ_{th}) của đất đá và các đặc trưng hình học của tầng chứa nước và cách nước.

Theo V.Đ. Xlexarev thì trị số áp lực nước tới hạn σ_{th} có thể tồn tại được trước khi xảy ra sự cắt đứt, chọc thủng lớp cách nước xung quanh công trình ngầm được xác định theo các công thức sau (theo K. Kegol).

Ở nóc công trình ngầm:

$$\sigma_{th} = 6.\sigma_k.\frac{h^2}{l^2} - \gamma h - \gamma_1 h_1 \qquad \text{(X-6)}$$

Ở đáy công trình ngầm:

$$\sigma_{th} = 6.\sigma_k.\frac{h^2}{l^2} + \gamma h \qquad \text{(X-7a)}$$

hoặc

$$\sigma_{th} = 2.\tau\frac{h}{l} + \gamma h \qquad \text{(X-7b)}$$

Trong đó: σ_k, τ - cường độ chống kéo, chống cắt của đất đá cách nước, ngăn cách nước áp lực với công trình; γ - dung trọng của đất đá cách nước, T/m^3; h - chiều dày tầng cách nước tại nóc hoặc đáy công trình, *m*; *l* - khoảng cách giữa các vì chống của công trình hay chiều ngang công trình, *m*; γ_1, h_1 - dung trọng và chiều dày tầng đất rời chứa nước ở nóc công trình ngầm, phía trên tầng cách nước.

Từ trị số áp lực tới hạn ta có thể xác định được trị số áp lực nước cần phải hạ thấp nước khi xây dựng công trình ngầm.

Cường độ chống thủng tạm thời của một vài loại đất sét có thể tham khảo ở *bảng X-12*.

Bảng X-12. Cường độ chống thủng tạm thời của đất sét

Tên gọi các biến thể của đất sét	Độ ẩm tự nhiên trung bình W, %	Cường độ chống thủng σ_{th}, kG/m^2
Sét pha cát chứa than cấu trúc không chặt	17 ÷ 19	0,8 ÷ 0,9
Sét chứa than và pha cát độ chặt trung bình	19 ÷ 21	1,2 ÷ 1,5
Sét dẻo độ chặt trung bình	20 ÷ 21	1,9 ÷ 2,0
Sét nửa khô	18 ÷ 20	1,6 ÷ 1,7
Sét nén chặt, pha cát nhẹ và dẻo	19 ÷ 20	2,2 ÷ 2,5
Sét cấu trúc rất chặt, cứng và nửa cứng	18 ÷ 20	2,5 ÷ 3,0

§5. NGHIÊN CỨU ĐỊA CHẤT THUỶ VĂN ĐỂ KHAI THÁC NƯỚC DƯỚI ĐẤT

5.1. Nội dung, khối lượng và các phương pháp chung

Nước dưới đất ngày nay được xem là một khoáng sản có ích của đất nước dùng để ăn uống, và dùng trong công - nông nghiệp... Nội dung và khối lượng nghiên cứu với mục đích khai thác tuỳ thuộc vào rất nhiều yếu tố, trong đó chủ yếu là:

- Các yêu cầu chất lượng và khối lượng nước thực tế.
- Mức độ nghiên cứu về các mặt địa chất và địa chất thuỷ văn cũng như các đặc điểm tự nhiên của vùng.
- Tính chất của các loại nước dưới đất dự định khai thác.

Thông thường thì nội dung nghiên cứu chủ yếu bao gồm:

- Sự phân bố, điều kiện thế nằm, điều kiện sinh thành và điều kiện cung cấp của nước dưới đất;
- Chất lượng nước dưới đất và đặc trưng của các khu vực dự kiến;
- Động thái và trữ lượng khai thác của nước dưới đất;
- Các đới phòng hộ vệ sinh tự nhiên;
- Các giải pháp kĩ thuật để tăng thêm chất lượng và trữ lượng của nước theo yêu cầu sử dụng.

Các phương pháp khảo sát, nghiên cứu địa chất thuỷ văn thông dụng là:

- Đo vẽ địa chất và địa chất thuỷ văn toàn bộ khu vực;
- Đo địa vật lí và khoan đào thăm dò;
- Thí nghiệm địa chất thuỷ văn ở trong phòng và ngoài trời;
- Quan trắc dài ngày động thái nước dưới đất;
- Khảo sát thuỷ hoá, vi khuẩn và vệ sinh.

5.2. Đo vẽ địa chất thuỷ văn

Thông thường là tiến hành đo vẽ với tỉ lệ 1: 50.000 đến 1: 25.000. Ở thời kì đầu nghiên cứu nhằm mục đích chia ra các khu vực riêng biệt theo các điều kiện địa chất thuỷ văn, chọn ra các địa điểm khai thác đầu tiên và vị trí đặt các công trình tập trung nước. Việc đo vẽ địa chất thuỷ văn phải đi đôi với nghiên cứu địa mạo của vùng. Trong những vùng địa mạo phức tạp có thể tiến hành nghiên cứu địa mạo riêng.

Công tác đo vẽ địa chất thuỷ văn thay đổi khá nhiều tuỳ theo kiểu của các nguồn nước dự kiến khai thác. Chẳng hạn khi khảo sát vết lộ dưới dạng mạch nước thì cần chú ý tới động thái mực nước và lưu lượng. Các tầng nước ngầm sẽ có động thái phụ thuộc rất nhiều vào điều kiện dòng chảy trên mặt đất, còn các tầng áp lực thì phụ thuộc ít hơn. Thông thường có thể lập bản đồ độ sâu mực nước ngầm, độ sâu tầng áp lực và bản đồ áp lực nước ở sâu.

Gần đây để đánh giá trữ lượng nước dưới đất người ta còn lập bản đồ độ dẫn của tầng chứa nước thông qua đo vẽ địa chất thuỷ văn và các tài liệu thí nghiệm thấm ở các hố khoan. Bản đồ độ dẫn cho phép ta dự đoán sơ bộ lưu lượng của các công trình lấy nước cũng như trữ lượng tự nhiên của dòng.

Một bản đồ địa chất thuỷ văn đầy đủ khi kèm theo bản đồ có các bản đồ phụ trợ như mặt cắt địa chất thuỷ văn, bản đồ thuỷ địa hoá, bản đồ đẳng sâu... trên đó ghi đầy đủ các sự thay đổi cần thiết về thành phần đất đá, mực nước, độ khoáng hoá...

5.3. Các đặc điểm của công tác thăm dò sơ bộ trong các điều kiện thiên nhiên khác nhau

Thăm dò nước dưới đất trong các bồi tích trẻ của lũng sông với nhiệm vụ chủ yếu là nêu lên các khu vực giàu nước nhất của bồi tích, quan hệ của nó với các tầng chứa nước khác, với nước sông và các tầng nước trong đá gốc. Các tuyến thăm dò thường bố trí cắt ngang thung lũng, nếu bồi tích không dày thì phải khoan cả vào đá gốc ở phía dưới. Phải lấy mẫu thí nghiệm và ép nước, hút nước thí nghiệm riêng biệt cả trong bồi tích và trong đá gốc dưới sâu. Một số hố khoan dùng để quan trắc dài ngày sự thay đổi động thái của nước dưới đất theo nước mặt hoặc theo điều kiện khí hậu trong năm.

Thăm dò nước dưới đất trong bình nguyên nghiêng trước núi hay các nón lũ tích cấu tạo bằng các vụn sườn tích hay lũ tích của sông. Một đặc điểm chung là sự thay đổi độ thấm của loại tầng chứa nước này sẽ rất lớn theo đường vuông góc với sườn dốc. Mục đích của việc thăm dò sơ bộ là chọn vị trí đặt công trình khai thác. Vì vậy, công tác thăm dò phải thu thập đầy đủ tài liệu về sự thay đổi bề dày của tầng chứa nước theo các tầng chứa nước ở trong đá gốc phía dưới và các dòng nước mặt phía trên. Việc quan trắc động thái nước dưới đất của các tầng lũ tích và sườn tích có nhiều ý nghĩa quyết định đến phương hướng sử dụng và đánh giá chất lượng, trữ lượng nước khai thác được ở các thời gian khác nhau.

Thăm dò nước dưới đất ở các miền karst phải nêu bật được mối quan hệ của nước karst với nước mặt và với các mạch nước có ý nghĩa lớn. Thông thường và thích hợp hơn cả ở vùng phát triển karst là đo vẽ địa chất thuỷ văn kết hợp với đo vẽ địa chất và địa mạo. Các

phương pháp thăm dò địa vật lí như phương pháp chỉ thị để đánh dấu nước... cũng rất phù hợp và có hiệu quả đặc biệt. Các hố thăm dò phải bố trí tuỳ thuộc hình thái của các khối karst, đặc biệt là hướng và kích thước của hang hốc karst.

Công tác nghiên cứu thành phần hoá học và độ nhiễm bẩn nước karst phải được tiến hành liên tục trong suốt cả năm hoặc nhiều năm.

Trong điều kiện cho phép có thể áp dụng các giải pháp kĩ thuật như nổ phá, rửa hố khoan bằng axit clohiđric... để tăng lưu lượng cho hố khoan.

Thăm dò sơ bộ nước dưới đất trong các đới phá huỷ kiến tạo nhằm phát hiện điều kiện thế nằm và mức độ phá huỷ của đới ở những vị trí khác nhau. Phương pháp hiệu quả để xác định vị trí của đới phá huỷ kiến tạo là đo diện mặt cắt, đo địa hoá. Việc bố trí các hố khoan chỉ nên tiến hành sau khi đã xác định được tương đối chính xác vị trí của các đứt gãy. Các tuyến thăm dò phải bố trí vuông góc với đường phương của đứt gãy. Vị trí bố trí công trình khai thác nên lợi dụng các vị trí giao nhau của các đứt gãy. Công tác thí nghiệm và quan trắc thành phần của nước cũng tương tự như khi thăm dò nước karst.

5.4. Nghiên cứu chất lượng của nước dưới đất

Việc nghiên cứu chất lượng của nước dưới đất phải tiến hành kết hợp giữa phân tích tính chất vật lí, thành phần hoá học và thành phần vi khuẩn của nước với các đặc điểm địa chất thuỷ văn và các điều kiện phòng hộ vệ sinh của khu vực.

Việc phân tích thành phần hoá học cũng như các tính chất vật lí của nước dưới đất cũng được tiến hành tương tự như với bất kì loại nước nào và tuỳ theo mục đích sử dụng mà đánh giá. Còn khả năng chất lượng nước bị xấu đi theo sự thay đổi của các điều kiện tự nhiên thì có thể tham khảo ở *bảng X-13* dưới đây.

Để ngăn chặn khả năng làm bẩn nước dưới đất, phải thiết lập các vành đai bảo vệ cho công trình tập trung nước của tầng chứa nước và trong trường hợp cần thiết thì phải xây dựng các công trình bảo vệ riêng.

5.5. Nghiên cứu trữ lượng khai thác nước dưới đất

Mục đích quan trọng nhất của nghiên cứu địa chất thuỷ văn để khai thác nước dưới đất là xác định trữ lượng nước dưới đất: chỉ khi nào trữ lượng khai thác bảo đảm được yêu cầu dùng nước mới thôi.

Trữ lượng khai thác là lượng nước dưới đất có thể lấy được bằng các công trình tập trung nước hợp lí về mặt kinh tế - kĩ thuật, đồng thời chất lượng nước là bảo đảm đối với yêu cầu sử dụng trong suốt thời gian dự tính khai thác ở các công trình này.

Thông thường, khi yêu cầu dùng nước nhỏ hơn nhiều so với trữ lượng thiên nhiên của tầng chứa nước thì không cần phải xét tới trữ lượng thiên nhiên. Tuy nhiên, trong những trường hợp tầng chứa nước không có nguồn cung cấp, thì trị số trữ lượng thiên nhiên sẽ có ý nghĩa rất lớn, và bất kì trường hợp nào cũng không nên để cho cạn mất phần trữ lượng tĩnh nằm thấp hơn mực nước dưới cùng của đới dao động mực nước theo mùa. Trong trường hợp thật cần thiết phải sử dụng một phần trữ lượng kiệt thì cần có tính toán kĩ hơn.

Bảng X-13. Những yếu tố làm thay đổi chất lượng nước trong quá trình khai thác

Nhóm	Nguồn gốc tác động	Các yếu tố thay đổi tác động	Các dạng thay đổi nước
I. Thay đổi bắt nguồn từ phía trên tầng chứa nước	Do nước mặt xâm nhập vào	Dòng nước mặt của vùng karst, vùng hoạt động kiến tạo. các hố khoan hư hỏng ống chống	Cơ học, vi khuẩn, hoá học
	Do dòng thấm thẳng đứng (ngấm)	Các hồ chứa, kênh dẫn đi qua vùng khô khi tưới	Cơ học, hoá học và vi khuẩn
	Dòng thấm liên tục từ trên xuống qua tầng đất bão hoà nước	Dòng nước đi qua các tầng địa hoá khác nhau, các đới thổ nhưỡng...	Hoá học, vi khuẩn - hoá học
II. Thay đổi bắt nguồn từ vùng giáp ranh bên cạnh	Dòng thấm ngang	Sông và hồ. Nước mưa ngập các giếng mỏ và các hầm hố khác.	Hoá học và có thể có độc tố
III. Thay đổi do dòng thấm đi từ dưới lên		Dòng nước từ các tầng dưới đi lên qua các khe nứt kiến tạo, hố khoan, các giếng khai thác	Hoá học
	Loại thấm áp lực từ dưới lên, thấm từ tầng áp lực phía dưới qua lớp thấm yếu đi lên	Các tầng nước có độ khoáng hoá cao, nước biển và nước hồ mặn	

Đối với trường hợp đã biết chắc rằng nhu cầu dùng nước chưa vượt quá khả năng của tầng chứa nước, thì trữ lượng khai thác của các giếng đơn độc hoặc tương hỗ sẽ tuỳ theo điều kiện thuỷ lực và hình học mà xác định theo các công thức của dòng thấm tới giếng đơn độc hay tương hỗ trong điều kiện động thái thấm ổn định, đã nêu ở chương VII giáo trình này hay ở các sách riêng.

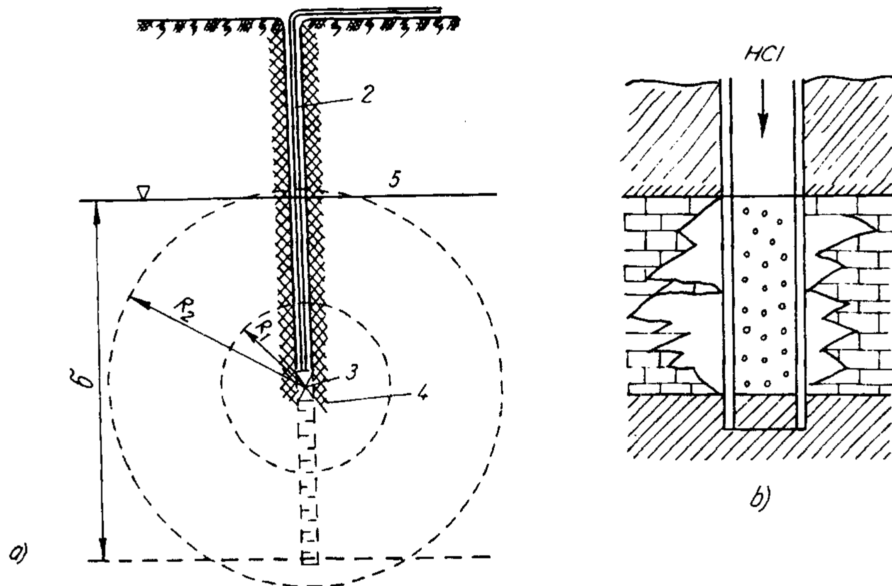
Đối với trường hợp phức tạp, cần phân tích các điều kiện động thái và hình học của dòng thấm mà vận dụng các công thức khác nhau. Phần lớn các công thức tính toán đều có nêu trong các sách riêng. Chúng được tìm ra hoặc bằng lí thuyết hoặc bằng thực nghiệm.

Trữ lượng khai thác có thể ước tính bằng cách so sánh tương tự với các giếng làm việc tốt trong điều kiện địa chất và địa chất thuỷ văn tương tự.

5.6. Một số giải pháp để nâng cao năng suất giếng khai thác nước dưới đất

Để tăng năng suất các giếng khoan, người ta đã nghĩ ra nhiều cách như tăng trữ lượng thiên nhiên, tăng nguồn cung cấp cho tầng chứa nước bằng các phương pháp nhân tạo. Nhưng thông thường và trước hết là trực tiếp cải tạo điều kiện thuỷ lực của dòng thấm ở vùng gần giếng. Thông dụng có thể kể ra các phương pháp sau:

Các phương pháp làm tăng độ thấm nước ở vùng gần giếng bao gồm bắn mìn hoặc đục lỗ trong giếng khoan khi giếng khoan hút nước ở trong các tầng chứa nước là đá cứng nứt nẻ (năng suất hút nước trong trường hợp này có thể tăng từ 2 đến 3 lần); ép gián đoạn với áp lực cao, sục rửa vách hố bằng phương pháp cơ học... khi tầng đá nứt nẻ bị các vật liệu cách nước chét đầy. Đối với các đá dễ hoà tan thì có thể bơm các dung dịch axit vào trong các khe nứt của đá để mở rộng các khe nứt bằng hình thức hoà tan *(hình X-1)*.



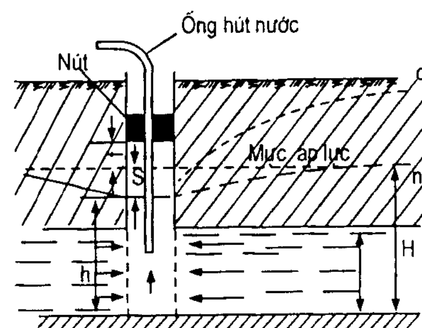
Hình X-1. *Sơ đồ mở rộng khe nứt của đá ở gần hố khoan*
a) Bắn mìn ở hố khoan; b) Hoà tan đá bằng HCl;
1. Trạm gây nổ; 2. Lưới điện; 3. Thuốc nổ; 4. Đáy hố khoan; 5. Mực nước tĩnh;
6. Tầng chứa nước; R_1 - Bán kính hình cầu đới đất đá bị phá hoại;
R_2 - Bán kính hình cầu đới đất đá chịu chấn động do nổ mìn.

Tạo chân không ở giếng khoan để tăng áp lực hút nước khiến cho lượng nước chảy vào hố khoan tăng lên. Giếng khoan chân không có hiệu quả nhất khi hút trong tầng nước có áp *(hình X-2)*.

Thực tế cho thấy áp lực tăng thêm h_a, không vượt quá 8 đến 8,5m và phụ thuộc rất lớn vào vị trí đặt nút. Có thể tính sơ bộ trị số h_a như sau:

$$h_a = \frac{10S}{S + t} \qquad (X\text{-}8)$$

Trong đó: S - độ sâu hạ thấp mực nước hay mực áp lực; t - khoảng cách từ nút tới mặt nước ngầm hay mặt áp lực.



Hình X-2. *Sơ đồ hố khoan chân không trong tầng áp lực*

Lưu lượng của giếng sẽ tăng lên và được xác định gần đúng theo công thức:

Đối với nước có áp:

$$Q = \frac{2\pi km(S + h_a)}{\ln R - \ln r} \quad (X\text{-}9)$$

Đối với nước ngầm:

$$Q = \frac{\pi k(2H + h_a - S)(S + h_a)}{\ln R - \ln r} \quad (X\text{-}10)$$

Trong đó: Q - lưu lượng của giếng; m - chiều dày tầng chứa áp lực; H - chiều dày tầng nước ngầm; R - bán kính ảnh hưởng của việc hút nước; r - bán kính của giếng; h_a - áp lực tăng thêm do kết quả chân không hoá và xác định theo (X-8).

Ngoài các phương pháp trên, trong thực tế còn nhiều giải pháp kĩ thuật để làm tăng trữ lượng nước, cải thiện chất lượng nước mà khi cần ta có thể tham khảo trong các sách riêng.

§6. TÌM KIẾM VÀ THĂM DÒ VẬT LIỆU XÂY DỰNG THIÊN NHIÊN

Việc tìm kiếm và thăm dò vật liệu xây dựng là một trong những nhiệm vụ cơ bản của công tác khảo sát địa chất công trình, vì khả năng xây dựng bất kì loại công trình nào, giá thành của nó quan hệ chặt chẽ với nguồn vật liệu thiên nhiên. Việc điều tra vật liệu thường tiến hành riêng.

Vật liệu xây dựng tốt khi đạt các yêu cầu về chất lượng, trữ lượng, điều kiện khai thác và vận chuyển dễ dàng, thuận tiện.

Nên chọn vật liệu tương đối gần nơi xây dựng, chuyên chở thuận tiện, dễ khai thác. Các mỏ vật liệu nằm dưới mực nước lũ, thường gây khó khăn cho khai thác. Đối với vật liệu đắp đập, thì cần có các mỏ ở độ cao tương ứng với cao trình đắp để dễ thi công. Trường hợp thi công bằng phương pháp nổ mìn định hướng nên chọn vật liệu ở bờ lõm để giảm bớt khoảng cách di chuyển vật liệu tới đập.

Nên chọn vật liệu có cường độ cao, khó hoà tan và khó phong hoá. Thế nằm tầng đá đổ ra ngoài sườn dốc tạo cho việc khai thác đá dễ dàng. Sự có mặt các khe nứt thường thuận lợi cho khai thác thủ công, nhưng lại giảm hiệu ích nổ phá đá bằng mìn. Ngoài ra, cần chú ý phải bóc bỏ lớp phủ trên lớp đá khai thác ; nên chọn nơi có lớp phủ mỏng.

Nước dưới đất thường là nguyên nhân gây trở ngại cho khai thác và làm giảm chất lượng vật liệu; đôi khi vì có nước dưới đất mà vật liệu trở nên không dùng được hoặc không khai thác được.

Chất lượng vật liệu xây dựng theo các yêu cầu của từng loại công trình đã được quy định trong các tiêu chuẩn Nhà nước. Đá dùng cho đập phải đạt yêu cầu: chịu tải trọng tốt (chịu được áp lực nước và trọng lượng bản thân), chống được tác dụng phong hoá, hệ số hoá mềm < 0,55 ÷ 0,70, không chịu tác dụng xâm thực hoá học, chịu được tải trọng động như lực xung kích trong quá trình đổ đá... Cát dùng trong xây dựng tốt là cát thạch anh,

hàm lượng fenpat, mica nhỏ, không lẫn khoáng vật sét, các chất hữu cơ... Việc đánh giá chất lượng xây dựng trong nhiều trường hợp cần thiết phải tiến hành theo các thí nghiệm chuyên môn hoặc thử nghiệm tại công trình.

Trữ lượng vật liệu xây dựng được đánh giá chính xác qua các tài liệu khoan đào. Căn cứ vào sự bố trí các công trình thăm dò, hình dạng mỏ vật liệu mà ta có phương pháp tính trữ lượng tương ứng.

Mức độ nghiên cứu toàn diện một mỏ vật liệu được thể hiện bằng cấp trữ lượng của nó. Người ta chia ra các cấp trữ lượng A_1, A_2, B, C_1 và C_2. Các cấp khác nhau sẽ có mức độ chính xác về chất lượng và trữ lượng khác nhau.

Thuộc cấp C là các mỏ vật liệu được đánh giá bằng các mẫu riêng biệt và trong một số trường hợp bằng sự so sánh với các mỏ vật liệu đã được nghiên cứu trước ở cấp cao hơn, tài liệu thuộc cấp này làm cơ sở để thăm dò khảo sát tiếp theo.

Thuộc cấp C_2 là các mỏ vật liệu được xác định theo các tiền đề địa chất xuất phát từ việc phân tích cấu tạo địa chất của vùng. Tài liệu về cấp này dùng làm cơ sở để vạch kế hoạch cho quy hoạch xây dựng và kế hoạch thăm dò địa chất cấp cao hơn.

Thuộc cấp C_1 là các mỏ vật liệu tương tự với các mỏ vật liệu đã được đánh giá ở cấp cao hơn (B, A) hoặc được đánh giá trên cơ sở nghiên cứu các vết lộ thiên, thăm dò địa vật lí và khoan đào, có lấy một số mẫu thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lí. Cấp C_1 thường thăm dò với bản đồ địa hình tỉ lệ 1/50.000. Tài liệu về cấp C_1 dùng làm cơ sở cho việc chọn vị trí công trình và vạch kế hoạch thăm dò bước sau.

Thuộc cấp B là các vật liệu được đánh giá chính xác bằng các công trình thăm dò. Hình dạng của mỏ vật liệu chưa được nghiên cứu một cách hoàn toàn đầy đủ. Tiến hành phân tích mẫu thạch học, thí nghiệm các mẫu điển hình và các chỉ tiêu cơ lí. Sai số của trữ lượng không quá $\pm$ 20 $\div$ 40%. Bản đồ địa hình dùng với tỉ lệ 1/5.000 đến 1/10.000. Cấp B được dùng làm cơ sở cho thiết kế nhiệm vụ và thiết kế sơ bộ công trình; ở nơi vật liệu phong phú có thể dùng cho thiết kế kĩ thuật và thi công với các công trình dưới hạng mục quy định.

Mỏ vật liệu được xếp vào cấp A khi đã được nghiên cứu đầy đủ chính xác các tính chất vật lí kĩ thuật. Cấp A cho phép về trữ lượng sai số không quá 10 $\div$ 15%. Cần làm sáng tỏ các tài liệu cần thiết cho việc thiết kế khai thác, trong đó bao gồm cả điều kiện địa chất thuỷ văn của mỏ vật liệu. Bản đồ địa hình được dùng với tỉ lệ 1/1.000 đến 1/2.000. Trữ lượng ở cấp A_2 dùng làm cơ sở cho thiết kế kĩ thuật và lập tổng dự toán cho xây dựng. Cấp trữ lượng A_1 dùng làm cơ sở cho thiết kế khai thác thường được xác định trong quá trình thi công, kết hợp thí nghiệm khái quát với các thử nghiệm chuyên môn như khai thác thử, đầm nện, gia công phối liệu thử...

Thường tiến hành tìm kiếm và thăm dò vật liệu bằng phương pháp đo vẽ địa chất công trình. Khi ít vết lộ, cần bố trí các rãnh đào, hố đào, hố khoan, nhưng số lượng các công trình thăm dò này cần hạn chế. Vì có một số vật liệu cần qua chế biến như đập vỡ, nghiền đá tạo dăm, cát... cho nên phải nghiên cứu tất cả vật liệu thiên nhiên có ở trong khu vực.

Thăm dò sơ bộ được tiến hành trong vùng có triển vọng với bản đồ tỉ lệ 1/5.000. Khoảng cách các hố khoan, hố đào đối với đất hạt lớn từ 75 đến 200m, đất dính từ 50 đến 200m, với đá từ 100 đến 500m. Khoảng cách đó thay đổi tuỳ điều kiện thế nằm, hình dạng mỏ. Có từ 5 đến 10% công trình thăm dò đóng vai trò kiểm tra và thường là các hố đào, hố khoan có đường kính lớn.

Thăm dò chi tiết được tiến hành bằng bản đồ tỉ lệ 1/2.000 trong phạm vi đã thăm dò sơ bộ. Các công trình thăm dò được bố trí dày hơn, đối với đất không dính khoảng cách 50 ÷ 100m, đất dính 25 ÷ 200m, đá 50 đến 200 ÷ 300m; có trên 10 ÷ 20% công trình thăm dò có đường kính lớn. Trong phạm vi mỏ vật liệu được đánh giá đến cấp A không được ít hơn 3 hố khoan sâu. Có thể bố trí hầm thí nghiệm, tiến hành khai thác thử.

Cần đánh giá về chất lượng một cách toàn diện: thành phần khoáng vật, thành phần hoá học, các đặc trưng vật lí, cơ học, tính thấm... Xác định độ ẩm tốt nhất và công đầm nện hợp lí cho đất đắp.

Việc nghiên cứu chi tiết vật liệu xây dựng dạng này đã được nêu đầy đủ trong giáo trình vật liệu xây dựng và một số sách chuyên sâu.

CÁC TÀI LIỆU THAM KHẢO CHÍNH

1. Ananiev V.P, Korobkin V.I. *Địa chất công trình*. Nhà xuất bản Đại học Moxkva, 1973.
2. ALan E.Kehew. *Geology for engineers and environmental Scientists*. Second Edition, 1995.
2. Đenixov N. Ya. *Địa chất công trình*. Nhà xuất bản Quốc gia, 1960.
3. Kolomenxki N. V. *Địa chất công trình chuyên môn*. Nhà xuất bản "Neđra", Moxkva, 1969.
5. Lomtadze V.D. *Địa chất động lực công trình*. Nhà xuất bản "Neđra", Leningrat, 1977.
6. Xeđenko M. V. *Địa chất, địa chất thuỷ văn và địa chất công trình*. Nhà xuất bản Đại học Minxk, 1975.
7. Xergêev E.M. *Thổ chất*. Nhà xuất bản Trường Đại học Tổng hợp, Moxkva, 1973.
8. Sextakov V.M. *Động lực nước dưới đất*. Nhà xuất bản Trường Đại học Tổng hợp, Moxkva, 1973.
9. *Sổ tay địa chất công trình*. Nhà xuất bản "Neđra", 1968.
10. Terzaghi K. *Mecanique theorique des soils*. Dunod, 1951.
11. Taylor D. W. *Fundamentals of soil mechanics*, 1954.
12. Wu. T.H. *Soil mechanics*. Allyn and Bacon, Inc. 1966.
13. Nguyễn Uyên, Nguyễn Văn Phương, Trần Tính, Trần Thanh Giám. *Thực tập địa chất công trình*. Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp, Hà Nội, 1983.
14. Zvonkova T.V. *Địa mạo ứng dụng*. Nhà xuất bản Khoa học và kĩ thuật, Hà Nội, 1977.

MỤC LỤC

ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH

(Tái bản)

Chịu trách nhiệm xuất bản :

TRỊNH XUÂN SƠN

Biên tập : TRỊNH KIM NGÂN
Chế bản: LÊ THỊ HƯƠNG
Sửa bản in : NGUYỄN MINH HẰNG
TRỊNH KIM NGÂN
Trình bày bìa : NGUYỄN HỮU TÙNG

In 200 cuốn khổ 19 x 27cm tại Xưởng in Nhà xuất bản Xây dựng. Giấy chấp nhận đăng ký kế hoạch xuất bản số 46-2011/CXB/537-01/XD ngày 05-01- 2011. Quyết định xuất bản số 170/QĐ-XBXD ngày 12-5-2011. In xong nộp lưu chiểu tháng 6 -2011.